



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**O MICROCLIMA NO TRANSPORTE DE FRANGOS DE CORTE: EFEITO
SOBRE PARÂMETROS PRODUTIVOS, CONFORTO E QUALIDADE DA CARNE**

VINÍCIUS MACHADO DOS SANTOS

TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

BRASÍLIA/DF
MARÇO DE 2016



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**O MICROCLIMA NO TRANSPORTE DE FRANGOS DE CORTE: EFEITO SOBRE
PARÂMETROS PRODUTIVOS, CONFORTO E QUALIDADE DA CARNE**

VINÍCIUS MACHADO DOS SANTOS

ORIENTADOR: DR. MÁRCIO BOTELHO DE CASTRO

TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

PUBLICAÇÃO:160D/2016.

BRASÍLIA/DF
MARÇO DE 2016

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**O MICROCLIMA NO TRANSPORTE DE FRANGOS DE CORTE: EFEITO SOBRE
PARÂMETROS PRODUTIVOS, CONFORTO E QUALIDADE DA CARNE**

VINÍCIUS MACHADO DOS SANTOS

TESE DE DOUTORADO SUBMETIDA AO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
ANIMAIS, COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE
DOUTOR EM CIÊNCIAS ANIMAIS.

Aprovada por:

Prof. Ph.D. Márcio Botelho de Castro
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília – UnB
(ORIENTADOR)

Prof. Ph.D. Aline Mondini Calil Racanicci
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília – UnB

Prof. Dra. Ângela Patrícia Santana
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília – UnB

Dra. Candice Bergmann Garcia e Silva Tanure
(AVALIADORA EXTERNA)

Prof. Dr. Clayton Quirino Mendes
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília – UnB
(SUPLENTE)

BRASÍLIA/DF, 31 DE MARÇO DE 2016.

“Hoje me sinto mais forte
Mais feliz, quem sabe
Só levo a certeza
De que muito pouco sei
Ou nada sei”.

Trecho da música “Tocando em frente”.
Compositores: Almir Sater e Renato Teixeira.

Dedico este trabalho as minhas avós (in memoriam): duas vidas dedicadas ao amor!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS pelos caminhos percorridos e vitórias alcançadas, permitindo paciência e me fazendo acreditar que essa é a base para todas as conquistas.

À Bonasa Alimentos S/A, empresa integradora de frangos de corte, cooperação fundamental para o desenvolvimento prático desta pesquisa. Ao Senhor José Henrique Tostes Barbi, que abriu as portas para a consolidação desta parceria de pesquisa entre a Universidade de Brasília e a Bonasa.

Aos profissionais Heber Silva, Gilberto Teixeira de Oliveira, Hilquias Nóbrega, Davi Luiz da Silva pela paciência e apoio na logística de cada ida ao campo.

Ao abatedouro Bom Gosto e seus funcionários tão essenciais para o sucesso da etapa no frigorífico.

Um agradecimento em especial ao Professor Dr. Francisco Ernesto Moreno Bernal pelos momentos de orientação e parceria dedicados a esta pesquisa e pela amizade, importantes no processo de realização de um trabalho científico.

Ao Professor Dr. Márcio Botelho de Castro, pela compreensão e suporte nos momentos de conclusão deste trabalho.

À Professora Dra. Aline Mondini Calil Racanicci, pela experiência e conhecimento tão agregadores e fundamentais.

À Professora Dra. Ângela Patrícia, por possibilitar as análises no Laboratório de Microbiologia de Alimentos (LAMAL) da Universidade de Brasília, tão presente nas pesquisas lá desenvolvidas. Às técnicas do LAMAL, Nara e Viviane por todo apoio e ensinamentos.

Aos professores Dr. Ivo Pivato e Dr. Rodrigo Arruda, por abrir seu laboratório para o uso da câmara fria.

Ao Dr. Bruno Dallago, pelo apoio na estatística deste projeto, e sobretudo, pela disposição em compartilhar suas experiências na área da pesquisa.

Ao estagiário Pedro Marins, pela parceria nas viagens rumo às granjas e realização das coletas e apoio fundamental nas análises de laboratório.

À Capes, pela bolsa concedida para o período sanduíche realizado na University of Guelph, Canadá.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília, por permitir melhor dedicação para desenvolvimento da pesquisa.

Aos meus pais, minha irmã, familiares e amigos, por torcerem e apoiarem esta conquista. A Cristiane Batista, pelo carinho e amor e por inserir nesta etapa compreensão e incondicional apoio.

A todos muito obrigado!

ÍNDICE

RESUMO.....	x
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA.....	20
1. Introdução.....	21
2. Objetivos.....	23
2.1. Objetivos Específicos.....	23
3.REVISÃO DE LITERATURA	25
3.1Manejo Pré-abate para Frangos de Corte.....	26
3.1.1. Jejum pré-abate.....	26
3.1.2. Captura ou apanha das aves	29
3.1.3. Carregamento.....	32
3.1.4. Transporte: da granja até o abatedouro.....	34
3.1.4.1. Perdas produtivas e características da carne: a importância do transporte.....	35
3.1.4.2. Caracterização do microclima.....	36
3.1.4.3. O microclima e as características de qualidade da carne.....	38
3.1.4.4. Distância e tempo do transporte.....	42
3.1.4.5. Transporte de aves: tendências e inovações.....	43
3.1.5. Espera para abate: ambiência e duração	44
4. CONSIDERAÇÕES GERAIS	46
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
CAPÍTULO 2 - AVALIAÇÃO BIOCLIMÁTICA E PERDAS PRODUTIVAS NO TRANSPORTE DE FRANGOS DE CORTE.....	59
RESUMO.....	60
ABSTRACT	61
1. INTRODUÇÃO.....	62
2. MATERIAL E MÉTODOS	65

2.1. Período Experimental e Animais	65
2.2. Procedimentos Experimentais	66
2.2.1. Avaliação das variáveis climáticas.....	66
2.2.2. Avaliação dos carregamentos	67
2.2.3. Caracterização da carroceria	67
2.2.4. Avaliação do microclima da carga	68
2.2.4.1. Distribuição dos <i>data loggers</i> na carga	69
2.2.4.2. Índice de entalpia de conforto	70
2.2.5. Variáveis produtivas.....	71
2.2.5.1. Avaliação do peso dos frangos.....	71
2.2.5.2. Taxa de mortalidade... ..	71
2.2.5.3. Contusões nas carcaças.....	71
2.3. Delineamento Experimental.....	72
2.3.1. Análise estatística.. ..	74
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
3.1. Caracterização Climática do Ambiente.....	78
3.2. Análise das Variáveis Microclimáticas	78
3.2.1. Temperatura.....	78
3.2.2. Umidade relativa.....	82
3.2.3. Índice de entalpia de conforto.....	83
3.3. Análise das Variáveis Produtivas.....	87
3.3.1. Peso inicial, peso final e diferença de peso	87
3.3.2. Taxa de mortalidade	91
3.3.3. Hematomas nas carcaças	92
4. CONCLUSÃO.....	94
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
CAPÍTULO 3 - TRANSPORTE DE FRANGOS DE CORTE: EFEITO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DA CARNE.....	100
RESUMO.....	101
ABSTRACT	101

1. INTRODUÇÃO.....	102
2. MATERIAL E MÉTODOS	104
2.1. Período Experimental e Animais	104
2.2. Procedimentos Experimentais	105
2.2.1. Avaliação das variáveis climáticas.....	106
2.2.2. Avaliação do microclima da carga	106
2.2.2.1. Distribuição dos <i>data loggers</i> na carga	106
2.2.2.2. Índice de entalpia de conforto	107
2.2.3. Avaliação das características da carne	108
2.2.3.1. Amostras de carne.....	108
2.2.3.2. Mensuração do pH (inicial e final) e teste de coloração.....	109
2.2.3.3. Mensuração das perdas de água da carne	110
2.2.3.4. Teste de maciez.....	111
2.3. Delineamento Experimental.....	112
2.3.1. Análise estatística.....	115
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	116
3.1. Índice de Entalpia de Conforto (IEC)	116
3.2. Características da Carne.....	118
4. CONCLUSÃO.....	126
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127
CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	132
ANEXO A.....	134

RESUMO

O MICROCLIMA NO TRANSPORTE DE FRANGOS DE CORTE: EFEITO SOBRE PARÂMETROS PRODUTIVOS, CONFORTO E CARACTERÍSTICAS DA CARNE

Vinícius Machado dos Santos¹, Francisco Ernesto Moreno Bernal²

¹Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – UnB, DF, ²Laboratório de Bem-estar Animal – UnB, DF.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o microclima de caixas de transporte em carregamentos comerciais de frangos de corte submetidos a diferentes distâncias nos períodos chuvoso e seco e seus efeitos sobre os parâmetros produtivos (peso ao abate, mortalidade e incidência de hematomas) e qualidade da carne. Foram monitorados 12 carregamentos de frangos de corte, num total de 24 caixas por carregamento, utilizando-se *dataloggers* para registro da temperatura e umidade do ar. O experimento obedeceu a um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 48 tratamentos, dispostos em um esquema fatorial 2 (períodos: seco e chuvoso) x 2 (distâncias: perto e longe) x 12 (posições), com três repetições por grupo experimental. Não houve correlação entre os índices de entalpia de conforto (IEC) médios dos períodos e distâncias com as variáveis produtivas, perda de peso e mortalidade total (%). As posições de maiores IEC na carga também não refletiram em maiores perda de peso corporal e mortalidade. Em termos de conforto, o período chuvoso foi o mais crítico para o transporte de frangos de corte resultando nos maiores IEC ($P < 0,01$). Na interação período chuvoso e distância longe, o maior IEC foi classificado na zona letal, sugerindo uma tendência à produção de carnes do tipo “DFD” e com menores perdas de água pós-cozimento. No período seco, evidenciou-se maior perda de peso das aves e mortalidade na chegada ao abatedouro, ainda que o IEC medido para o período estivesse classificado na zona de conforto das aves. Variáveis como temperatura, umidade relativa do ar e pressão barométrica local foram utilizadas no cálculo do IEC. Contudo, a dinâmica do vento ao longo do transporte tem papel importante sobre o microclima dos carregamentos. Assim, em termos de transporte de frangos de corte, essa variável climática precisa ser considerada como fator de estresse e, possivelmente, causadora de perdas produtivas sobre o peso ao abate e a mortalidade registrada na chegada ao abatedouro. Inserir a velocidade do vento na equação do IEC pode tornar esse índice mais apropriado para avaliação da condição bioclimática do microambiente dos carregamentos. Carnes de frangos de corte transportados e abatidos apresentaram valores de pH e L* (luminosidade) classificados como

“normais” ($P < 0,01$), entretanto, com maiores perdas de água por cocção (PPC) e exsudação ($P < 0,01$). Para a força de cisalhamento (FC), os fatores período e distância não determinaram significativas alterações na maciez/textura das carnes avaliadas ($P < 0,01$). Em relação ao posicionamento das caixas ao longo da carga, não observou-se o efeito, durante o transporte, sobre as variáveis que conferem características de qualidade às carnes: pH, L*, PPC e FC. Esse resultado permitiu concluir que os fatores distância percorrida e o período do ano exerceram mais influência sobre a qualidade da carne de frangos de corte do que a própria localização das caixas no caminhão.

Palavras-chave: Microambiente, perda de peso, qualidade da carne, transporte

ABSTRACT

MICROCLIMATE AND BROILER TRANSPORT: EFFECT ON PRODUCTIVE PERFORMANCE, COMFORT AND MEAT QUALITY PARAMETERS

Vinícius Machado dos Santos¹, Francisco Ernesto Moreno Bernal²

¹School of Agronomy and Veterinary Medicine – UnB, DF, ²Laboratory of Animal Welfare – UnB, DF.

The goal of this research was to evaluate the microclimate of commercial loads of broiler chickens at different distances in the summer and winter seasons and their effects on the production parameters (body weight loss, mortality and bruising incidence) and meat quality. It was monitored 12 broiler loads, a total of 24 crates per load, using data loggers to record temperature and humidity. The experiment followed a completely randomized design with 48 treatments in a factorial scheme (2 periods: summer and winter) x 2 (distances: near and far) x 12 (positions), with three replicates per experimental group. There was no correlation between average ECI (enthalpy comfort index) of periods and distances with production variables, body weight loss (BWL) and total mortality (%). The highest ECI in the load positions did not reflect in higher BWL and mortality. In terms of comfort, the summer is the most critical period for broiler transport. The interaction between summer and far distance, the largest ECI was scored in the lethal zone, suggesting a tendency of meat “DFD-like” and with lower cooking losses. In the winter, it showed a higher BWL and mortality, although the ECI measured has been in the chicken’s comfort zone. Variables such as temperature, relative humidity and local barometric pressure were used in the calculation of the IEC. However, wind dynamics over transport plays an important role on the loads microclimate. Thus, in terms of broilers transport, this climatic variable must be considered as a stress factor and possibly causing production losses on the slaughter weight and mortality recorded on arrival at the slaughterhouse. Considering the wind speed in ECI equation can make it more appropriate index to evaluate the bioclimatic conditions of load microenvironment. In the winter, the chickens presented meat with pH values and L* (lightness) classified as "normal", however, with higher water cooking losses (WCL). For the shear force (SF), the seasons and distances factors determined no significant changes in tenderness of the evaluated meat. Regarding the crates positioning in the load, no effect was observed during transport on those variables that given meat quality characteristics: pH, L*,

WCL and SF. This result points out that the factors distance and the year seasons are more influence on the broilers meat quality than the position of the crates in the truck.

Keywords: Body weight loss, meat quality, microenvironment, transport

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 2

Figura 2. 1 - Modelo do caminhão utilizado no experimento (vista lateral).....	68
Figura 2. 2 - Vista traseira da carroceria. Fonte: Arquivo pessoal	68
Figura 2. 3 - Colocação do <i>data logger</i> na caixa de transporte de aves.....	68
Figura 2. 4 - <i>Data logger</i> para registro da temperatura e umidade relativa.....	69
Figura 2. 5 - (A) Disposição dos 24 <i>data loggers</i> ao longo da carga. (B) Vista traseira, destaque às fileiras do centro. Legenda de cores: Cinza : extremidades direita e esquerda; Azul : fileira meio direita e Amarela : fileira meio esquerda.....	69
Figura 2. 6 - Cortes transversais: seguimentos dianteira, meio e traseira e corte longitudinal: partes superior e inferior. (Legenda de cores: Cinza : extremidades direita e esquerda; Azul : fileira meio esquerda e Amarela : fileira meio direita).....	72
Figura 2. 7 - Destaque para as caixas região interna da carroceria.....	73
Figura 2. 8 - Vista traseira, destaque para as caixas das fileiras laterais.....	73
Figura 2. 9 - Médias de temperatura (°C) e respectivos segmentos da carroceria, durante o transporte.	81
Figura 2. 10 - Médias de temperatura (°C) dos segmentos dianteira, meio e traseira para as partes (inferior e superior) e região (interior e lateral).....	82
Figura 2. 11 - Médias do Índice de Entalpia de Conforto (IEC) e respectivos segmentos, durante o transporte.	86
Figura 2. 12 - Médias do índice de entalpia de conforto (IEC) dos segmentos dianteira, meio e traseira para as partes (inferior e superior) e região (interior e lateral).....	86
Figura 2. 13 - Médias da diferença de peso corporal (DifP) e respectivas regiões (interna e lateral).	90

CAPÍTULO 3

Figura 3. 1 - (A) Disposição dos 24 <i>data loggers</i> ao longo da carga. (B) Vista traseira, destaque para as fileiras do centro. Legenda de cores: Cinza : extremidades direita e esquerda; Azul : fileira meio direita e Amarela : fileira meio esquerda..	107
Figura 3. 2 - Carcaças com lacres de identificação penduradas em nória paralela.....	109
Figura 3. 3 - Medição do pH inicial e temperatura do músculo no abatedouro.	109
Figura 3. 4 - Preparação das amostras de carne, amostras cruas.	110
Figura 3. 5 - Amostrador de aço inox e amostras cilíndricas.	112
Figura 3. 6 -Texturômetro, equipamento para realização do teste de maciez.	112
Figura 3. 7 - Cortes transversais: segmentos dianteira, meio e traseira e corte longitudinal: partes superior e inferior. (Legenda de cores: Cinza: extremidades direita e esquerda; Azul: fileira meio esquerda e Amarela: fileira meio direita).....	113
Figura 3. 8 - Destaque para as caixas região interna da carroceira.....	113
Figura 3. 9 - Vista traseira, destaque às caixas das fileiras laterais.....	114

LISTA DE EQUAÇÕES**CAPÍTULO 2**

Equação 2. 1 – Equação do índice de entalpia de conforto (kJ/kg)..... 70

CAPÍTULO 3

Equação 3. 1 - Equação do índice de entalpia de conforto (kJ/kg)..... 108

QUADROS

CAPÍTULO 2

Quadro 2. 1 - Zonas de classificação do índice de entalpia de conforto (IEC), em kJ/kg de ar seco, para frangos de corte acima de 6 semanas de idade.....	70
Quadro 2. 2 - Descrição dos fatores posição em função dos diferentes segmentos, partes e região da carroceria do caminhão	73
Quadro 2. 3 - Composição dos grupos experimentais (G) em função dos fatores período do ano, distância percorrida e posição (P) na carroceria	74

CAPÍTULO 3

Quadro 3. 1 - Descrição dos fatores posição em função dos diferentes segmentos, partes e região da carroceria do caminhão	114
Quadro 3. 2 - Composição dos grupos experimentais (G) em função dos fatores períodos do ano, distância percorrida e posições na carroceria	114

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 2. 1 - Registros médios obtidos dos lotes e carregamentos de frangos de corte transportados nas diferentes combinações de período e distância, desde da granja até o abatedouro	77
Tabela 2. 2 - Dados climáticos médios do ambiente e das áreas interna e externa do galpão para as combinações entre período e distância.....	78
Tabela 2. 3 - Interação entre os fatores período e distância sobre as médias de temperatura (°C) interna da carga, durante o transporte*	79
Tabela 2. 4 - Efeito do fator posição das caixas sobre as médias de temperatura (°C) da carga, durante o transporte*	80
Tabela 2. 5 - Interação entre os fatores período e distância sobre as médias de umidade relativa (%) do interior da carga, durante o transporte*	83
Tabela 2. 6 - Interação dos fatores período e distância sobre o índice de entalpia de conforto (kJ/kg) durante o transporte*	84
Tabela 2. 7 - Efeito do fator posição das caixas* sobre as médias do índice de entalpia de conforto (IEC), durante o transporte.....	85
Tabela 2. 8 - Médias de peso inicial (kg), peso final (kg), diferença de peso corporal (DifP), em kg por ave, e taxa de mortalidade (%) para os fatores período e distância	87
Tabela 2. 9 - Interação dos fatores período e distância sobre a diferença de peso corporal (DifP), em kg por ave*	88
Tabela 2. 10 - Efeito do fator posição das caixas sobre as médias de diferença de peso (DifP)*	89
Tabela 2. 11 - Distribuição da mortalidade registrada na chegada ao abatedouro e testadas por Qui-quadrado	91
Tabela 2. 12 – Distribuição de hematomas de asa, ponto da asa, peito e coxa para os períodos (chuvoso e seco) e distâncias (longe e perto) testada por Qui-quadrado	92

CAPÍTULO 3

Tabela 3. 1 - Interação dos fatores posição e distância sobre o índice de entalpia de conforto (kJ/kg), durante o transporte *	117
Tabela 3. 2 – Médias de pH inicial, pH final, luminosidade (L*), a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo) do músculo <i>Pectoralis major</i> de frangos de corte para os fatores período e distância	119
Tabela 3. 3 - Interação dos fatores período e distância sobre os valores médios de pH final (24 horas <i>post-mortem</i>) do músculo <i>Pectoralis major</i> de frangos de corte *	119
Tabela 3. 4 - Interação dos fatores período e distância sobre os valores médios de luminosidade (L*) do músculo <i>Pectoralis major</i> de frangos de corte *	120
Tabela 3. 5 - Correlação entre as variáveis pH inicial, pH final, L (luminosidade), a (teor de vermelho), b (teor de amarelo), perda por exsudação (%), perda por cozimento – PPC (%) e força de cisalhamento – FC (kgf/cm ²).....	122
Tabela 3. 6 - Interação dos fatores período e distância sobre os valores médios de a* (teor de vermelho) do músculo <i>Pectoralis major</i> de frangos de corte.....	122
Tabela 3. 7 - Médias da perda por exsudação (%), perda por cocção - PPC (%) e força de cisalhamento - FC (Kgf) do músculo <i>Pectoralis major</i> de frangos de corte para os fatores período e distância *	124

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

1. INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa atualmente posição de destaque no mercado mundial de frangos de corte. Com objetivos de manter-se no cenário avícola mundial e atender às demandas de países importadores, o Brasil precisa estimular o debate e a aplicação de práticas humanitárias de manejo nas criações, especialmente, de animais de produção. Nesse sentido, o conceito de bem-estar animal ganhará força para ser empregado e exigido nas indústrias avícolas de exportação ou não, por meio do desenvolvimento e aplicação de normativas e protocolos de boas práticas de manejo.

O manejo pré-abate de frangos de corte representa um enorme entrave para a produtividade avícola nacional. Períodos de jejum superiores aos limites recomendados, práticas inadequadas de apanha das aves e as condições de carregamento e empilhamento das caixas de transporte compreendem exemplos de etapas do manejo com ação direta sobre o bem-estar desses animais. Quando tais práticas são acompanhadas de condições climáticas desafiadoras para o conforto térmico das aves e sua homeostase, comprometem o bem-estar animal gerando expressivas perdas econômicas para a indústria avícola.

Nas etapas que antecedem o abate, as aves estão expostas a níveis altos de estresse. Em situação de estresse por calor, por exemplo, elas são induzidas a realizar adaptações fisiológicas para trocar calor com o ambiente, assim, elas abrem o bico e as asas na tentativa de mitigar o desconforto. Ao observar essas alterações, os profissionais comprometidos com o manejo deverão encontrar soluções rápidas para o problema, na tentativa de minimizar os efeitos da alta temperatura sobre o conforto desses animais.

Os funcionários envolvidos no manejo pré-abate de frangos de corte devem ser vistos como parte integrante e determinante para o sucesso de cada etapa desse manejo. Portanto, é importante considerar que, adequadas condições de trabalhos associadas ao conhecimento prévio da espécie manejada possibilitarão melhores resultados pós abate. Com isso, durante o manejo com as aves, medidas preventivas poderão ser praticadas afim de minimizar o desconforto das aves no decorrer no período de criação.

Para cada etapa desse processo existem cuidados a serem exigidos para evitar perdas, que surgem em função do manejo incorreto e/ou de condições ambientais inadequadas para sua realização. É nesse cenário que os países elaboram diretrizes e normas, abrangendo aspectos para promoção da qualidade de vida dos animais nos sistemas de criação, por intermédio da recomendação de adequados métodos de manejo imediatamente antes do transporte dos animais para o abatedouro (DEFRA, 2002; EC, 2005).

O transporte de aves, em particular, merece atenção especial por corresponder a uma etapa da cadeia produtiva com ligação direta à rentabilidade das empresas e possivelmente de altíssimo impacto na vida dos animais (Weeks, 2014). Com isso, organizações, indústrias e governo devem articular meios de incrementar a qualidade desse manejo. Na área da pesquisa, poucos trabalhos oferecem informações aprofundadas sobre a influência das condições ambientais de países tropicais, no que se refere ao manejo pré-abate, principalmente, na etapa de transporte de frangos de corte.

As perdas de rendimento ocorrem em larga escala, resultando em prejuízos econômicos expressivos para a indústria avícola. Certamente, uma caracterização e análise das condições de transportes comerciais de frangos viabilizarão estudos para melhorar a eficiência desse manejo, com ênfase no bem-estar animal, considerando seus reflexos sobre a qualidade e rendimento do produto final e, conseqüentemente, maior lucratividade para as empresas integradoras. Diante do exposto, objetiva-se com esta pesquisa um estudo do efeito do microclima da carga sobre o desempenho produtivo ao abate, característica da carcaça e qualidade de carne de frangos de corte transportados em veículos sob condições comerciais.

2. OBJETIVOS

Avaliar o efeito de variáveis meteorológicas ambientais sobre o microclima das caixas de transporte de frangos de corte, transportados em diferentes combinações de distâncias e períodos do ano, e suas correlações com o conforto, as perdas produtivas e alterações nas características que conferem qualidade à carne de frango.

2.1. Objetivos Específicos

- Avaliar o microclima das caixas de transporte utilizando dados de temperatura e umidade relativa do ar coletados no interior de 24 caixas posicionadas na carroceria do caminhão, durante o transporte;
- Avaliar o microclima das caixas utilizando o índice de entalpia de conforto (IEC), considerando médias de temperatura e umidade relativa coletadas e organizadas em função das 12 posições determinadas para estudo do ambiente interno do carregamento e a pressão barométrica média local;

- Avaliar o efeito do microclima dos carregamentos, durante o transporte, sobre as perdas produtivas: diferença de peso corporal e taxa de mortalidade considerando o posicionamento das aves no caminhão e incidência de hematomas nas carcaças;
- Avaliar o efeito do microclima dos carregamentos, durante o transporte sobre as alterações nas características de qualidade da carne: pH, coloração, perda por cocção (PPC), perda por exsudação e textura/maciez, considerando o posicionamento das aves na carroceira.

3. REVISÃO DE LITERATURA

A produção de carne de frango corresponde a um dos setores mais importantes do agronegócio brasileiro. Além disso, a avicultura brasileira tem grande expressividade no mercado internacional, sendo o Brasil líder mundial no ranking de exportação deste tipo de carne do mundo (ABPA, 2014). O frango produzido é exportado para países da União Europeia, Ásia e do Oriente médio, competindo com potências econômicas como Estados Unidos e China. Considerando a representatividade desse setor para a economia e a certeza de incremento na produção para os próximos anos, associado ainda às demandas de práticas de bem-estar, estudos para elucidar pontos críticos na cadeia avícola são necessários.

O manejo da apanha ao abate de frangos de corte é considerado um entrave para a indústria avícola brasileira. É nessa etapa que ocorrem 90% das contusões observadas pelo serviço de inspeção sanitária nos abatedouros (Rocha et al., 2008). Responsável por expressivas perdas produtivas, a diferença entre os métodos de apanha e a falta de normatização com fiscalização durante o transporte de cargas vivas são exemplos de grandes problemas no sistema de produção de frangos de corte, e, conseqüentemente, com efeito definitivo sobre o bem-estar das aves e a qualidade do produto final.

3.1 Manejo Pré-abate para Frangos de Corte

O manejo pré-abate é uma das principais fases para a avicultura de corte. Entretanto, por compreender o manejo de aves em final de criação, que atingiram a idade e o peso de abate pré-estabelecidos pelo planejamento de cada sistema de produção, muitas vezes é negligenciado e realizado incorretamente. Com foco no bem-estar animal e na produtividade dos galpões, objetiva-se com esse manejo reduzir possíveis injúrias às aves, como hematomas, fraturas, contusões e pontas de asas avermelhadas, e, por conseguinte, a mortalidade de aves, resultando em melhor rendimento e qualidade da carne e seus coprodutos.

Dessa forma, considerando a relevância desse tema para a produção avícola, foram abordadas, ponto a ponto, e com enfoque nos principais pontos críticos, as etapas que compõem o manejo pré-abate de frangos de corte, sendo estas: jejum, captura (apanha), carregamento, transporte e tempo de espera no abatedouro.

3.1.1. Jejum pré-abate

O jejum pré-abate, corriqueiramente, inicia antes da captura ou pega das aves, compreendendo o período em que essas não têm acesso à ração, até o momento do abate. Objetiva-se com esse manejo reduzir o conteúdo do trato gastrointestinal para diminuir as perdas por contaminação das carcaças em decorrência de possíveis rompimentos do intestino, no momento da evisceração. É válido destacar a importância da ingestão de água durante o jejum de ração, pois além do fator hidratação, a ingestão de água auxilia para o adequado esvaziamento do sistema digestório.

O esvaziamento do conteúdo intestinal também é fator aliado à manutenção do conforto térmico das aves, principalmente quando em situação de estresse causado pelo manejo. Durante o processo metabólico, parte da energia é gasta para controle e manutenção da temperatura corporal em atividades físicas e também no metabolismo dos nutrientes ingeridos, que é o incremento calórico. Tanto os processos de digestão e absorção de nutrientes têm efeito termogênico que geram energia, a qual é liberada na forma de calor (Donkoh, 1989). Assim, o

elevado incremento calórico associado ao estresse comprometem os mecanismos fisiológicos de controle da temperatura corporal das aves.

A definição do adequado período de jejum é tema recorrente no manejo pré-abate de frangos de corte. O período total de jejum pode variar de 8 a 12 horas (Rosa et al., 2000; Mendes, 2001), sendo influenciado pela logística da empresa, distância entre as granjas e o tempo de espera na área de descanso, o que pode prolongar sua duração (Northcutt et al., 1998). A fim de evitar o abate de aves com repleção do trato gastrointestinal, preconiza-se, segundo a legislação brasileira, jejum de ração mínimo de 6 a 8 horas (Brasil, 1998). Para o atendimento dessa logística, é fundamental atentar-se para um período mínimo de cinco a seis horas de jejum de ração ainda na granja, e assim considerar que as primeiras aves carregadas serão penduradas para abate muito próximo das oito horas de jejum e as demais próximo de dez horas (Rosa et al., 2000).

Num tempo de jejum abaixo de oito horas, corre-se o risco de abater frangos com alimentos no papo, principalmente quando expostos a condições térmicas diferentes da sua zona de conforto. Visto que, quando em condições de estresse térmico por frio, as aves se alimentam e tendem a ficar paradas, retardando o trânsito da digesta, ocasionando assim um fenômeno, frequentemente observado nos abatedouros comerciais, denominado “papo cheio” (Assayag Júnior, 2005). O resultado é o aumento na possibilidade de rompimento do papo, podendo ocorrer contaminação das carcaças (Mendes, 2001).

À medida que há prolongamento do período jejum as aves ficam mais frágeis e vulneráveis ao estresse durante o transporte, o que pode resultar em prejuízos irreversíveis no rendimento das carcaças. Nessas condições, observa-se maior perda de peso decorrente, principalmente, da desidratação (Duke et al., 1997) e maior risco de rompimento dos intestinos. Tendo em vista essas considerações, não há justificativa técnica plausível para o prolongamento do tempo de jejum para além das dez horas (Rosa & Mattos, 2013), salvo em situações em que os problemas são alheios ao controle do responsável pela logística de transporte.

A perda de peso corporal é, sem dúvida, um problema econômico para a indústria avícola e depende tanto da duração do jejum como do microclima durante o transporte das aves de corte. A desidratação do músculo inicia logo após a retirada do alimento e da água (Benino & Farr, 1988). O aumento dessa perda é linear à medida que aumenta a duração do jejum (Papa, 1991; Bartov, 1998; Mendes, 2001). Em contrapartida, esses danos devem ser analisados com foco no bem-estar, considerando também o grau de estresse sofrido pelos animais durante o manejo.

Nesse contexto, Veerkamp (1986) já havia observado que a perda de peso corporal ocorre de 4 a 6 horas após o início do jejum, a uma taxa de 0,20 a 0,50% por hora, quando as aves começam a metabolizar tecidos corporais. Rosa et al. (2002) descreveram que a redução do peso

varia de 0,20 a 0,40% por hora de jejum e que 50% a 75% dessa perda ocorrem durante as primeiras quatro horas do jejum em função da diminuição de água no músculo e redução do conteúdo intestinal. Nijdam et al. (2006) observaram perdas de 0,22 a 0,56% para cada hora excedente, a partir de seis horas de jejum.

Denadai et al. (2002), avaliando a duração do jejum (zero, quatro e oito horas) sobre o rendimento de carcaça em frangos de corte, observaram que a perda de peso aumenta à medida que o tempo de jejum é prolongado. Os estudos de quatro e oito horas de jejum apresentaram maiores rendimentos de carcaças comparando com tratamento de zero hora de jejum. Em estudo semelhante, Castro et al. (2008) descreveram os melhores resultados de rendimento para os períodos de três e seis horas de jejum.

Schettino et al. (2006) observaram diminuições progressivas de peso corporal em função do aumento no período de jejum. No entanto, concluíram em seus estudos que os períodos de jejum pré-abate de 12, 14 e 16 horas proporcionaram melhores rendimentos de carcaça e o pior rendimento para o período de quatro horas. Esses resultados são semelhantes aos descritos por Baião et al. (1992) e Denadai et al. (2002). Ao passo que Gomes (2007) demonstrou que um jejum de seis horas com acesso à água reúne os melhores resultados referentes à perda de peso (1,15%), esvaziamento do trato gastrintestinal, sem afetar o rendimento de carcaça e seus cortes comerciais. No mesmo trabalho comprova que o tempo de jejum de 12 horas resultou em decréscimo de 3,84% no peso corporal das aves.

Em relação aos prolongados períodos de jejum observa-se outro agravante. O tempo de jejum influencia consideravelmente no grau de colonização de bactérias patogênicas no trato gastrintestinal das aves, devendo ser objeto de análise, uma vez que a segurança dos alimentos deve ser prioridade nas agroindústrias. O longo jejum desestabiliza a flora intestinal, já que abre espaço para a entrada de bactérias oportunistas, contribuindo para o desenvolvimento de *Salmonella* sp. no papo (Buncic & Sofos, 2012). O pH do papo é mantido por volta de 3,6 em razão da atividade dos *Lactobacillus* sp., que acidificam o meio e estimulam seletivamente o crescimento de bactérias (Gibson & Roberfroid, 1995), pois o pH ideal para seu desenvolvimento varia de 6,5 a 7,5, porém, com o aumento do tempo de jejum, o pH do papo aumenta, viabilizando a propagação de bactérias patogênicas como *Salmonella* sp. (Rui et al., 2011).

Bactérias patogênicas do gênero *Campylobacter* spp. têm sido alvo de estudos e também relacionadas com os casos de contaminação cruzada nos abatedouros (Hue et al., 2010; Kudirkiene, 2011), ocasionando graves casos de intoxicação aos consumidores. Fatores de estresse podem alterar o equilíbrio fisiológico propiciando o desenvolvimento de bactérias indesejáveis, já que *Campylobacter* spp., principalmente *C. jejuni* e *E. Coli* podem colonizar o intestino de aves

cl clinicamente saudáveis (Mäesaar et al., 2014), em razão da ingestão de cama à medida que prolonga o jejum (Corrier et al., 1999). Além disso, frangos de corte podem carrear essas bactérias para o interior dos abatedouros por meio das fezes, que ficam retidas em suas penas (Mendes, 2001). A contaminação cruzada pode ocorrer na escaldagem, evisceração e/ou, ainda, quando as carcaças alcançam o *chiller* (Kovalenko et al., 2013).

3.1.2. Captura ou apanha das aves

A captura ou manejo de apanha é considerado o momento em que as aves estão mais susceptíveis aos traumatismos, influenciando diretamente no bem-estar e na qualidade da carcaça. Estima-se que aproximadamente 40% das injúrias ocorridas nas carcaças sejam provenientes do manejo da apanha e colocação das aves nas caixas de transporte (Schilling et al., 2008). O prejuízo causado durante esse processo é significativo para a indústria e pode estar relacionado principalmente com a incidência de hematomas nos seguintes cortes nobres: coxa, sobrecoxa e asa.

Os métodos de apanha podem ser divididos em: manual e mecânico (automatizado). No Brasil, a maioria da apanha de aves ocorre manualmente com uma equipe composta por mais ou menos 12 pessoas, variando de acordo com o método utilizado, tamanho do lote e o tipo de caixa. Essa tarefa é extenuante e repetitiva, e, ainda, realizada em um ambiente sujo. Por isso, a apanha representa provavelmente a etapa menos mecanizada e a mais intensiva operação manual dentro da indústria avícola (Nijdam et al., 2005).

A apanha manual pode ser realizada de diversas formas: apanha pela(s) perna(s), asas, pescoço e dorso. O método de apanha pelas pernas foi analisado por Langkabel et al. (2015). Em granjas comerciais na Alemanha, compararam a apanha por uma perna (duas a três aves por mão) e ambas as pernas (duas aves por mão) para aves leves e pesadas, com diferentes grupos de apanha. Os autores não observaram diferença estatística entre os tipos de apanha, classes de peso e grupos avaliados. No entanto, para validação desses resultados, caberia uma comparação com métodos de apanha menos comprometedores do ponto de vista do bem-estar animal, principalmente por ter considerado nesse experimento aves com diferentes padrões de peso.

A apanha pelo dorso (método japonês) é considerada a menos traumática entre os métodos. Essa é recomendada pelos manuais de criação de linhagens comerciais e pelos protocolos de bem-estar animal (Cobb-Vantress, 2008; UBA, 2008), uma vez que comprovadamente reduz a ocorrência de lesões nas aves e menor condenação de carcaças por fraturas e contusões (Leandro et

al., 2001). Com a utilização desse método, as aves são melhor contidas e facilmente colocadas nas caixas de transporte, o bater das asas é reduzido e também a ocorrência de fraturas e hematomas nas carcaças.

Em relação ao método mecânico, esse não é muito utilizado devido ao elevado custo dos equipamentos. Desenvolvido na década de 1970, nos Estados Unidos, alguns países utilizam equipamentos para levantar e retirar as aves do chão, fazendo com que cheguem até as caixas de transporte sem contato físico com as pessoas (Nijdam et al., 2005). Resultados conflitantes são encontrados na literatura em relação ao uso deste método para promoção de bem-estar em frangos de corte. Erkstrand (1998) reportou maiores ocorrências de traumas nas carcaças e mortalidade na chegada ao abatedouro após apanha mecanizada em comparação com o método manual. Em contrapartida, Knierim e Gocke (2003) observaram significativa redução de injúrias nas carcaças para apanha mecanizada e nenhuma diferença no número de mortes na chegada entre os mesmos métodos estudados.

Nos Estados Unidos, Schilling et al. (2008) descreveram que o método automatizado pode ser vantajoso quando aplicado em condições estressantes, como em elevadas temperaturas durante o período de verão. Possivelmente, essas discrepâncias entre os resultados se devem ao fato da dificuldade de comparação entre as metodologias estudadas (apanha manual e automatizada), uma vez que a capacidade técnica da equipe de apanha e seu desempenho compreendem importantes fontes de variação para as avaliações.

Pesquisas para determinar os efeitos do manejo sobre o nível de bem-estar de frangos de corte são necessárias. Em recente publicação, Queiroz et al. (2015) avaliaram e determinaram o grau de estresse sofrido, durante a apanha, por frangos de corte. Nesse estudo, os autores observaram que o período mais suscetível para o estresse por calor foi durante e depois da apanha das aves, demonstrado pelos elevados valores de temperatura retal. Apesar dessa variável apresentar problemas de mensuração e confiabilidade em seus resultados (Boere & Mazzotti, 2009), os autores demonstraram que antes da apanha a temperatura retal não excedeu 41,1°C, valor limite para as aves não serem consideradas em estresse por calor (Macari & Furlan, 2001).

Antes de iniciar a apanha é importante também determinar a densidade de frangos por caixa de transporte. O número de aves por caixa pode variar de seis a doze aves, considerando a idade, o peso de abate e as condições climáticas, como fatores de decisão, baseando-se no princípio de que todas as aves devem ter espaço suficiente para deitar sem ocorrer amontoamento. Os manuais de manejo das linhagens (Cobb-Vantress, 2008; Ross, 2014) descrevem a densidade apropriada de frangos de corte na tentativa de retirar o maior número de aves dos galpões, sem aumentar os riscos de sufocamento e condenações por hematomas e fraturas nas carcaças.

Dessa forma, de acordo com regulamento do Conselho da União Europeia nº 1/2005 (EC, 2005), é recomendado utilizar, em caixas convencionais, o espaço de 160 cm²/kg para frangos de corte com peso corporal variando de 1,6 a 3,0 kg. Segundo Rui et al. (2011), outra recomendação é usar aproximadamente 22 kg de aves por caixa de transporte. Analisando ambas as recomendações e considerando como exemplo frangos com peso médio corporal de 1,6 e 3,0 kg, a densidade aproximada seria de 14 e 7 aves por caixa de transporte, respectivamente, considerando caixas de transporte padrão medindo 73,5 x 53,0 x 21,0 cm.

O número de aves por caixa de transporte exerce grande influência sobre a habilidade que animais homeotérmicos têm para controlar sua temperatura corporal frente às variações climáticas durante o transporte (Barbosa Filho, 2008). Frangos de corte possuem mecanismos termorreguladores diferenciados. Em situações adversas à sua zona de conforto térmico, necessitam combinar mecanismos para o controle da temperatura corporal. Assim, as aves expõem uma maior área corporal e aumentam a frequência respiratória (Oliveira et al., 2006) na tentativa de perder calor corporal para o ambiente, através da convecção e evaporação respectivamente.

A eficiência dos mecanismos termorreguladores diminui drasticamente quando as aves são transportadas em condição de elevada densidade por caixa. Alta densidade resulta em aparente redução nos custos de transporte, porém deixa de considerar o bem-estar das aves. Ao passo que o baixo número de aves por caixa permite melhor controle na temperatura corporal, no entanto, aumenta a chance de danos às aves (Miranda-de la Lama, 2014), em razão da possibilidade de amontoamentos.

Os frangos de corte, quando transportados durante o dia, estão sujeitos à ação direta da radiação solar, principalmente durante o verão. Isso se agrava ainda mais pela ventilação irregular, que possibilita acúmulo de calor no interior da carga, piorando a sensação de desconforto térmico das aves (Warriss et al., 2005). Assim, deve-se considerar nesse processo o grau de bem-estar que será oferecido às aves durante o transporte. No entanto, para uma adequada recomendação, é válido considerar não somente o peso e o tamanho das aves, mas também suas condições físicas, as condições meteorológicas do dia do transporte e a distância a ser percorrida até o frigorífico.

3.1.3. Carregamento

O carregamento consiste na retirada das caixas de transporte, já com as aves, do interior dos galpões para o caminhão de transporte. O cumprimento dessa etapa se dá pouco tempo após a apanha das aves. Por isso, o grau de estresse para esses animais é alto. Nessas condições, observam-se mudanças fisiológicas importantes. Edgar et al. (2013) relataram o fenômeno da hipertermia induzida pelo estresse (SIH), ocorrendo em várias espécies, caracterizado por um aumento da temperatura corporal, entre 0,5 e 1,5°C, num período de 10 a 15 minutos após o surgimento de um agente estressor emocional ou em antecipação a um evento aversivo (Bouwknicht, 2007), diferente do habitual.

Esta condição de estresse, oriunda da apanha e posteriormente do início do empilhamento das caixas no caminhão, poderá permanecer em todo momento até a chegada ao abatedouro (Aksit et al., 2006). O resultado é que se inicia um processo de alteração de alguns parâmetros sanguíneos, com mudanças no equilíbrio ácido-base e consumo acelerado das reservas corporais de energia (Sandercock et al., 2001), em função do alto nível de estresse ocasionado pelo manejo, com reflexos negativos sobre as características de qualidade da carne.

Além do estresse e traumas causados pelo manejo durante o carregamento, outros fatores são determinantes para o sucesso desse procedimento. A manutenção da zona de conforto térmico das aves, por meio do controle da temperatura e umidade no interior dos galpões, deve ser vista como item primordial ainda no manejo da apanha até o carregamento, considerando que as caixas empilhadas com aves passarão algum tempo até serem colocadas no caminhão. A temperatura interna dos galpões é essencial para o sucesso dessas etapas, principalmente em regiões que há predomínio de altas temperaturas ao longo do ano (Lavor et al., 2008).

A fim de facilitar o controle das condições climáticas no interior dos galpões, preconiza-se que o término do carregamento ocorra ainda nas horas mais frescas do dia. Associado a isso, a manutenção das caixas de transporte deve ser considerada fator primordial nesta etapa. O estado de conservação e a padronização das caixas de transporte das aves compreendem aspectos indispensáveis para o sucesso do carregamento. Grandin (2009) recomendou que pelo menos 95% das caixas estejam em ótimo estado de conservação, ressaltando que a periódica manutenção das caixas de transporte evita danos aos animais, partes quebradas e a ausência de tampas são fatores que contribuem para o aumento da condenação parcial das carcaças e da taxa de mortalidade.

A condição física das caixas de transporte está diretamente ligada ao impacto provocado pelo arremesso das caixas durante o carregamento. Desse modo, o setor avícola vem

exigindo cada vez mais uma observação cuidadosa durante esta etapa, na busca de reduzir danos às aves causados por lesões. Segundo Olivo (2006) e Grandin (2014), os traumas mais comuns durante esse processo são: lesões de asas, pernas, pés e na carcaça em geral. Estima-se que as perdas decorrentes da condenação de carcaças seja aproximadamente de 1%, dado descrito por Bianchi et al. (2005), avaliando o transporte de 321 lotes de frangos de corte.

Após o término da colocação das caixas de transporte sobre o caminhão, inicia-se o processo de molhamento da carga, realizado antes da partida, sobretudo, para períodos de elevada temperatura, para atenuar os efeitos do calor. Segundo recomendações técnicas de Cobb-Vantress (2008), efetua-se o molhamento em dias de temperatura elevada e umidade relativa abaixo de 60%. Assim, para decisão do molhamento da carga, deve-se levar em consideração as previsões climáticas para o dia do carregamento, e posterior transporte.

Estudos anteriores corroboram com as recomendações técnicas feitas pelos manuais de criação. Mitchell et. al. (1994) e Hunter et. al. (1999), avaliando o efeito do molhamento de carregamentos, reportaram alta mortalidade de frangos de corte em regiões da carga onde a temperatura e umidade foram maiores, ou quando houve a combinação de molhamento das aves e baixa temperatura ambiente, resultando em estresse por frio. Os resultados encontrados também sugerem que, em condições ambientais de elevadas temperatura e umidade, o molhamento da carga pode promover um excesso de umidade ambiente fazendo com que a água retida nas penas das aves dificulte ainda mais o processo de perda de calor evaporativo para o ambiente via respiração.

Em pesquisa realizada no Reino Unido objetivando avaliar resposta termorregulatória de frangos de corte, Hunter et al. (1999) avaliaram os efeitos do molhamento em carregamentos de aves transportadas em clima frio. Nessas condições ambientais, os autores descreveram que essa combinação diminui a capacidade de isolamento térmico das penas, aumentando a perda de calor corporal por convecção e evaporação. Desse modo, as aves entram em um processo de hipotermia, pois não conseguem ativar mecanismos fisiológicos capazes de compensar a perda de calor. Em contrapartida, Langer et al. (2010), comparando o efeito da distância de transporte em carregamentos com e sem molhamento, observaram redução na incidência de carnes de peito PSE (pálida, mole e exsudativa) quando o molhamento foi realizado em transportes de longas distâncias.

Dessa forma, considerando esta prática muito utilizada e difundida, a falta de informações corretas podem trazer alguns prejuízos. É válido considerar a real necessidade do molhamento e o volume de água a ser empregado, a fim de evitar que esse seja insuficiente ou em demasia, caso contrário, diferente do seu objetivo, poderá resultar em uma ação estressante às aves (Bayliss & Hinton, 1990). A eficiência desta técnica está associada ao conhecimento prévio da

capacidade termorreguladora de frangos de corte. Além disso, reforça-se que as condições térmicas ambientais para o dia do transporte sejam previamente observadas (DEFRA, 2002).

Barbosa Filho (2008) evidenciou diferentes valores de umidade relativa no interior das caixas de transporte decorrentes da heterogeneidade da prática do molhamento. O autor destaca uma atenção especial a essa prática, pois essa diferença de umidade proporcionada pelo molhamento ressalta a necessidade de maior entendimento, a fim de possibilitar melhores decisões para sua utilização ou não. Mais pesquisas devem ser realizadas a fim de validar tais observações, que podem ser importantes para elucidar as ocorrências de mortalidade durante o transporte, considerando criteriosamente se os benefícios causados às aves superam os custos ambientais e econômicos inerentes ao processo.

A ambiência na área externa dos galpões e a condição física das carretas abarcam pontos relevantes para o conforto térmico de frangos de corte momentos antes de iniciar o transporte. O plantio de espécies arbóreas não frutíferas melhora tanto a ambiência dos galpões quanto a da área de empilhamento das caixas, e não atrai outros animais para as proximidades dos galpões (Tinôco, 2001). Além disso, a utilização e manutenção de telas sombrites na parte superior das carretas permitem que as aves não fiquem expostas diretamente aos raios solares ou à chuva durante o carregamento e transporte (Silva & Vieira, 2010). Não levar em consideração esses pontos pode tornar o carregamento algo mais complexo e fonte potencial de perdas.

3.1.4. Transporte: da granja até o abatedouro

Frangos de corte são transportados pelo menos duas vezes durante suas vidas por distâncias que podem variar de poucos quilômetros a longas jornadas com muitas horas de duração. As viagens são realizadas em caminhões partindo do incubatório para as integrações e das granjas para os abatedouros, sendo a última responsável por diversos graus de estresse, que podem comprometer o bem-estar das aves, sua condição física e o rendimento no abate, em virtude da magnitude dos desafios impostos às aves, destacando que o transporte para o abate, no Brasil, é realizado em caminhões abertos, sem controle da ambiência (Simões et al., 2009).

No manejo pré-abate, a etapa de transporte consiste na condução das aves da granja até o abatedouro. Os galpões de criação de frangos de corte normalmente apresentam distribuição geográfica aleatória, podendo localizar-se em regiões bastante distantes da planta do frigorífico.

Desse modo, as aves são transportadas nas mais diferentes condições e combinações de distâncias e horários, que na maioria das vezes são fatores responsáveis pelas perdas no abate, refletindo diretamente na qualidade do produto final, a carne.

O transporte de frangos de corte é considerado estressante, mas é um componente essencial para a indústria avícola. O sucesso dessa etapa está também associado às condições bioclimáticas do local onde a granja está inserida. Dessa forma, é válido levantar, antes mesmo da instalação das granjas, um diagnóstico bioclimático da região, pois, apesar de o Brasil possuir grande diversidade climática, a temperatura e a intensidade de radiação são elevadas durante quase todo o ano e têm sido associadas ao estresse por calor em aves (Abreu & Abreu, 2011).

Diante dessa preocupação, pesquisadores da Embrapa Suínos e Aves iniciaram um projeto para levantar informações a respeito do clima de microrregiões de alguns estados brasileiros. Em princípio, os estudos contribuíram apenas com orientações para os avicultores durante a implantação de sistemas de controle ambiental dentro dos aviários. O primeiro diagnóstico foi realizado para o oeste paranaense, em seguida para todo o estado do Paraná e Goiás, depois Mato Grosso do Sul, Bahia e para o leste Sergipano e Aracaju (Abreu & Abreu, 2011). A importância dos diagnósticos bioclimáticos vai além da orientação de tecnologias para ambiência de aviários. Esses, sem dúvida, serão ferramentas para detalhamento das avaliações de transporte pré-abate em todo o país.

3.1.4.1. Perdas produtivas e características da carne: a importância do transporte

As avaliações do bem-estar animal durante o transporte são quase sempre de difícil mensuração e interpretação. Apesar dessas dificuldades e da necessidade de separar a avaliação técnica dos julgamentos éticos e morais (Broom, 1993), as análises são sempre apresentadas sob o conceito de que o transporte é inerentemente prejudicial, porque, possivelmente, uma ou mais das “cinco liberdades” é comprometida (Savory, 1995). Webster (1995) ressalta que tão somente o fato de estar em um veículo de transporte não é o principal agravante, mas sim um somatório de fatores envolvidos neste transporte. Assim, concluiu que vários fatores de estresse associados a outros aspectos do transporte são responsáveis pelos efeitos adversos sobre o bem-estar animal.

Os fatores adversos mencionados anteriormente são: o estresse, que está relacionado ao microclima da carga, a condições de alta temperatura, umidade relativa e vento; ao período sem

alimento e água; além de outros fatores ligados ao próprio caminhão, como aceleração, vibração, impacto e barulho nas estradas (Mitchell, 2009). Vale ressaltar também a ocorrência de mudança na interação social, em virtude do agrupamento aleatório (Girardin et al., 1999; Bejaei & Cheng, 2014), para contenção das aves nas caixas de transporte, diferente daquela determinada durante o período de criação.

A mudança de comportamento em virtude da alteração do grupo social tem sido relatada com maior intensidade no transporte de suínos (Andersen et al., 2000). Segundo Appebly (2008), as brigas antes e durante o transporte refletiram em redução do nível de bem-estar e perdas no rendimento da carcaça, em virtude de arranhões, hematomas, fraturas e até morte. Cada fator ou a associação desses fatores podem causar estresse aos animais, no entanto, os desafios térmicos, e em particular o estresse por calor, constituem a maior ameaça ao bem-estar e ao rendimento de frangos de corte transportados em clima tropical.

3.1.4.2. Caracterização do microclima

Durante o transporte, os principais fatores de estresse para aves em idade de abate, superior a cinco semanas de vida, são: altas temperatura e umidade relativa. As aves, quando expostas a esses ambientes, acionam mecanismos fisiológicos para controle da temperatura corporal. Com dificuldades de regular sua temperatura, em virtude da ausência de glândulas sudoríparas e espaço suficiente para troca de calor sensível, as aves abrem o bico, aumentam a taxa de respiração, na tentativa de trocar calor com o ambiente (Furlan & Macari, 2002).

Nesse contexto, a ofegação compreende o principal mecanismo evaporativo de perda de calor das aves (Lara & Baião, 2005). No entanto, esse mecanismo é pouco eficiente para ambientes com alta umidade relativa. Por conseguinte, o não atendimento dos requerimentos térmicos predispõe as aves a uma condição estressante, que poderá ser irreversível, perdurando por todo o transporte. De acordo com Furlan e Macari (2002), a zona de conforto térmico de frangos de corte com idade acima de 35 dias de idade varia de 21 a 23°C e de 60 a 70% de umidade relativa.

O calor metabólico produzido pelas aves durante o transporte cria gradientes térmicos entre as caixas de transporte e o meio externo (Barbosa Filho et al., 2009). Esses gradientes, por sua vez, poderão ser afetados pela ação do vento, o que resultará em uma distribuição heterogênea da temperatura ao longo da carga do caminhão (Mitchell & Kettlewell,

1994). Os mesmos autores observaram que, durante o transporte, o vento tende a espalhar o ar quente e saturado para determinadas partes do caminhão, originando assim zonas denominadas “núcleos térmicos” ou “bolsões térmicos”.

Pesquisas comprovaram a existência de núcleos ou zonas térmicas no caminhão de transporte em locais onde foram observadas alta temperatura e umidade (Kettlewell & Mitchell, 1993). Estudos indicaram que a temperatura aumenta rapidamente na parte central do caminhão de transporte (Swarbrick, 1986), durante o período que ainda está estacionado para o embarque das aves. Nicol e Scott (1990) descreveram a existência de núcleos térmicos na parte superior e próxima à cabine dos caminhões, observando redução na temperatura interna das caixas de transporte à medida que se afasta em direção à parte traseira dos veículos.

Em contrapartida, outros estudos reforçaram a existência de um núcleo térmico na carga dos caminhões localizados em regiões onde a ventilação é menor e a carga térmica e umidade relativa são maiores (Mitchell et al., 1992; Kettlewell & Mitchell, 1993). Barbosa Filho (2008) observou que a temperatura e umidade relativa aumentavam conforme avança a para parte traseira do caminhão. Os resultados desse estudo também demonstraram que os locais de maiores perdas e maior susceptibilidade de ocorrer núcleos de calor foram a região central e as partes inferiores da carga. Barbosa Filho et al. (2009) ratificou que a distribuição das aves mortas ao longo da carga não é aleatória, pelo contrário, reflete a variação da ventilação e das regiões de conforto.

Durante o transporte, pode ocorrer uma variação térmica em torno de 2 a 5°C entre o microclima interno das caixas de transporte e o ambiente externo (Mitchell & Kettlewell, 1998), responsável pela redução no peso corporal das aves e alterações na qualidade do produto final. Todavia, grande parte das pesquisas foram realizadas em regiões de clima temperado, sendo escassas referências que evidenciam o perfil térmico das cargas em regiões em condições climáticas tropicais, principalmente quando consideradas intensas flutuações térmicas diárias durante as estações do ano (Barbosa Filho et al., 2009).

O efeito dos fatores climáticos e suas combinações causam desconforto às aves e comprometem também os índices de mortalidade (Hunter et al., 1997). Esses índices são registrados na chegada ao abatedouro e denominados de “mortes na chegada”, do inglês, “*Dead on Arrivals*” ó DOA (Mitchell & Kettlewell, 1998). Segundo Bayliss e Hinton (1990), estudos conduzidos na Europa mostraram que 40% das mortes na chegada são ocasionadas pelo transporte das aves até o abatedouro. Entretanto, é muito difícil mensurar qual a contribuição de cada etapa do manejo pré-abate para o número de aves que chegam mortas no abatedouro (Mitchell, 2009).

Barbosa et al. (2009) caracterizaram o microclima de transporte de frangos durante o verão no Brasil. Os autores avaliaram o efeito desse microclima sobre a incidência de DOA. O

período diurno, principalmente o da tarde, foi o mais crítico e contribuiu para uma distribuição heterogênea do calor na carga, resultando em maiores perdas nas áreas do meio e traseira do caminhão, exatamente nas regiões onde observaram maiores temperatura e umidade relativa. Em estudos realizados no Brasil, Vieira et al. (2010) observaram taxa de mortalidade de 0,12% para viagens de 25 a 50 km e de 0,41% acima de 51 km.

Em um estudo, Warriss et al. (2005) observaram uma significativa relação entre a temperatura máxima diária e a taxa de mortalidade no transporte. A mortalidade geral foi de 0,126%. A DOA para temperatura diária de 1 a 17°C foi de aproximadamente 0,10% e este valor aumentou para 0,13% para temperatura entre 17 a 20°C, e para 0,66% para registros de temperatura de 23 a 27°C, indicando, assim, limites mais seguros para o transporte de frangos de corte. A exposição a tais condições também foi associada a um aumento da incidência de carne PSE (pálida, mole e exudativa) no momento do abate e que o problema foi atribuído à pouca ventilação para a parte traseira dos veículos (Simões et al., 2009).

3.1.4.3. O microclima e as características de qualidade da carne

Diversos fatores são relacionados a modificações nas funções biológicas do tecido muscular animal. Particularmente, o transporte e o manejo das aves momentos antes do abate (Oba et al., 2009) compreendem os mais importantes. As condições climáticas no dia do transporte podem alterar as condições microclimáticas dos carregamentos de frangos de corte. Transportes realizados em condições de elevadas temperatura e umidade, associados ainda às condições físicas das estradas, podem resultar em comprometimento do bem-estar (Delezie et al., 2007). Segundo Fischer (1996), o estresse durante o transporte pode se manifestar de diferentes formas, como: motor, emocional, digestivo, hídrico e térmico. Nesse contexto, variações na zona de conforto térmico animal poderão resultar em alterações no músculo, fazendo com que a carne assuma características indesejáveis para o consumidor.

A conversão do músculo em carne ocorre durante a instalação do rigor mortis (Hedrick et al., 1993). O pH do tecido muscular de frangos de corte no momento do abate é aproximadamente 7.0 (pH fisiológico in vivo), e após o abate inicia-se um processo de declínio natural e gradual (Lawrie, 1998). Os valores de pH mensurados 15 minutos após o abate variam de 6,2 a 6,6 (Dransfield & Sosnicki, 1999).

A reserva muscular de glicogênio é fundamental para a produção de ácido lático no músculo pela via anaeróbica (Adzitey & Nurul, 2011). O resultado da glicólise anaeróbica é o acúmulo de H^+ , em razão da interrupção do aporte de oxigênio para o tecido muscular, assim, o excesso desses íons será utilizado na conversão do ácido pirúvico em ácido lático, que reduzirá o pH do músculo (Lawrie, 2005). Segundo Olivo (2006), o tempo aproximado para instalação do rigor mortis em frangos é menor ou igual a 30 min.

O declínio do pH do músculo é fator importante para a transformação do tecido muscular em carne. Segundo Olivo (2006), o valor do pH final do músculo e sua velocidade de declínio são determinantes para a qualidade do produto final, e essas reações bioquímicas no músculo, por sua vez, estão diretamente associadas ao adequado manejo pré-abate de frangos de corte. A intensidade e duração de possíveis agentes estressores e/ou agressores ocasionarão alterações nas características da carne (Scheffler et al., 2011) descaracterizando-a, seja pelo acentuado declínio ou aumento do pH final da carne.

O estresse térmico acelera o rigor mortis, a glicólise *post mortem*, resultando em alterações indesejáveis no músculo, que assume características de uma carne pálida, mole (flácida) e exsudativa, os termos são originados das palavras em inglês “*pale, soft and exudative*” (PSE) (Sandercock et al., 2001). O baixo valor de pH, confere à carne característica pálida, pois reflete mais luz que o normal (Swatland, 1995). A carne com características PSE é proveniente do rápido declínio do pH, enquanto a carcaça do animal ainda se encontra quente, levando à desnaturação das proteínas do músculo, o que compromete suas propriedades funcionais (Swatland, 1993; Sosnicki, 1998; Olivo et al., 2001), apresentando-se mole. O resultado é uma carne com baixo pH, reduzida capacidade de retenção de água e perda da textura (Petracci et al., 2001).

O problema da carne PSE para a indústria avícola é bastante conhecido e está relacionado a situações de estresse em momentos antes do abate (Grandin, 1980). Para esse caso, a indústria precisa reduzir o estresse pré-morte e atentar para as etapas mais críticas do manejo de frangos de corte, pois a carne PSE pode afetar de 5 a 30% de um lote de aves, dependendo de fatores como clima quente, distância de transporte e até a condição de refrigeração da carne (Barbut, 2014). Um declínio do pH muscular, mais rápido que o normal, associado à possibilidade das carcaças entrarem em contato com temperaturas mais elevadas da água do *chiller*, impactam as proteínas do músculo, com perdas nas características que conferem qualidade à carne (Kim et al., 2014).

A principal característica utilizada na determinação de carnes de frangos PSE é sua coloração pálida. Entretanto, utilizar apenas essa característica para identificação pode não ser tão eficaz, uma vez que alguns cortes de peito de frangos podem não exibir uma condição real de PSE.

Considerando este fato, Smith & Northcutt (2009) propuseram o termo “síndrome do músculo pálido” para carnes que apresentam, além da cor pálida, reduzida capacidade de retenção de água e maior percentual de perda de água (*drip loss*). Desse modo, para uma melhor avaliação das características da carne, deve-se associar ao teste de coloração o valor final de pH, permitindo portanto uma análise mais criteriosa da carne em estudo.

Novas técnicas têm sido investigadas para avaliação das características de qualidade de carnes, de forma rápida, confiável e sem uso de reagentes químicos (Alexandrakis et al., 2012), pois os métodos analíticos tradicionais são normalmente destrutivos e requerem maior tempo de preparação das amostras, e por isso não são de fácil aplicação na indústria. Barbin et al. (2015) avaliaram o uso da técnica de espectroscopia de infravermelho (NIR) para predição das características de carne de frangos. Nesse estudo, os autores relataram que a ferramenta possibilita uma análise rápida e robusta das amostras, sendo caracterizada como não destrutiva, quando comparada a outros métodos de análise.

Outro fenômeno observado em filés de frangos de corte é o DFD, do inglês “*dark, firm and dry*”. Também resultante de estresse no manejo, a carne apresenta-se com coloração escura, textura firme e seca na superfície. Ela apresenta-se escura em razão do alto pH e assim reflete menos luz que o normal. Como as fibras musculares estão intumescidas pelo preenchimento por fluídos sarcoplasmáticos apresentam-se firme, e seca porque a água no interior está fortemente ligada às proteínas, não permitindo que escorra para a superfície da carne (Swatland, 1995). É válido diferenciar que a carne DFD pode ocorrer em função de um longo período de estresse, enquanto a descrita como PSE é resultado de um conjunto de fatores estressores em períodos curtos, que antecedem o abate (Adzitey & Nurul, 2011).

A característica tipo “PSE” e “DFD” em carnes de aves tem sido determinada por uma combinação de análises de cor, pH e algumas propriedades funcionais. Barbut et al. (1997) descreveram que a classificação da carne de peito frango pode ser feita relacionando os valores de pH e cor (L^*) obtidos até 24 horas *post mortem* do músculo do peito (*Pectoralis major*) resfriado. Para os mesmos autores, os valores de luminosidade (L^*) acima de 53 e pH abaixo de 5,7 classificam carnes em “PSE”, ao passo que valores de luminosidade abaixo de 46 e pH acima de 6,1 caracterizam carnes em “DFD”.

O músculo do peito (*Pectoralis major*) tem sido vastamente utilizado para determinação das características da carne de frangos de corte. Esse músculo corresponde a aproximadamente 10% do peso corporal da aves, sendo considerado representativo para este tipo de análise. Além disso, sua coloração naturalmente clara facilita a detecção de pequenas alterações na sua cor por ser sensível às mudanças fisiológicas e bioquímicas que contribuem para esse processo

(Sams, 2001). Tem sido proposto por alguns pesquisadores a utilização do sistema CIE $L^* a^* b^*$ (ou Hunter) para classificação de carnes de aves com a utilização dos valores de L^* (24 horas *post mortem*). Qiao et al. (2001) e Oda et al. (2003) sugeriram para carnes de frango “PSE” valor de $L^* > 53,0$, “DFD” o valor de $L^* < 44,0$, e para carnes de frangos classificadas como normal, $44,0 < L^* > 53,0$.

Dadgar et al. (2010) demonstraram que temperatura em torno das aves durante o transporte pode afetar a qualidade da carne, causando variação na cor, pH e na capacidade de retenção de água. A maior ocorrência de carne PSE foi observada quando as aves estavam expostas a temperaturas acima de 20°C. No mesmo estudo, relataram a ocorrência de 8% de carne DFD para temperaturas abaixo de 0°C durante o transporte, condições climáticas de avaliação bastante diferentes das condições tropicais, sendo admissível que a ocorrência de carne DFD seja alta, considerando o intenso frio. Mallia et al. (2000) relataram que o estresse por frio causa demasiado consumo das reservas de glicogênio, em razão da maior contração da musculatura estriada na tentativa de produzir calor.

Outros parâmetros devem ser considerados para avaliação das características de qualidade da carne frango. A quantidade de água presente no músculo abrange um aspecto importante para manutenção de suas propriedades funcionais. Sabe-se que a água é o principal constituinte do músculo em termo de quantidade e que variações da sua concentração determinam mudanças em termos de sabor, textura e maciez da carne. Portanto, segundo Gaya e Ferraz. (2006), dentre os principais atributos para avaliação das características que conferem qualidade à carne, além do pH e cor, deve-se considerar sua capacidade de retenção de água e textura.

A perda de água por cocção é um método de análise utilizado para avaliação da capacidade de retenção de água de um músculo. O processo de cocção promove a perda de água, uma vez que a alta temperatura no cozimento da carne promove modificações nas estruturas das fibras musculares. Com a redução da extensão dos sarcômeros, ocorre a saída dos fluídos para o meio extracelular, esse fenômeno é descrito como “perda por cocção”. A manutenção das propriedades funcionais do músculo tem direta relação com a manutenção da homeostase. Assim, variações no conforto térmico podem acidificar o pH do músculo, influenciando sua capacidade de reter água. Nessas condições, ocorre desnaturação das proteínas, e essas perdem sua capacidade de reter os fluídos (água) no interior das fibras musculares.

Xing et al. (2016) estudaram o transporte de frangos de corte durante o verão e avaliaram o efeito do molhamento da aves sobre as característica de qualidade de carne. Os autores observaram perda de peso por cocção de 15,59% para o tratamento com tempo de percurso de 30

min e de 13,41% para o mesmo tempo de transporte, porém recebendo 10 min de molhamento, uma redução de 2,18%.

A textura das fibras musculares é outro fator que determina a qualidade da carne e também está associada à percepção do consumidor, que exige padronização da qualidade dos produtos também em termos de cor (Fletcher, 1999). O grau de maciez da carne está relacionado ao teor de água intramuscular, de maneira que quanto maior o conteúdo de água no músculo maior a sua maciez (Silva et al., 2011), sendo essa característica medida através da força de cisalhamento (*shear force*) (Holman et al., 2016). Filés de peito de frango com baixo valor final de pH (5,61) apresentam menores escores de maciez (24,66 N) quando comparados a carnes com maior pH final (5,96), cuja maciez foi de 40,79 N após cozimento (Droval et al., 2012).

3.1.4.4. Distância e tempo do transporte

O tempo de deslocamento para o abate é uma grande preocupação para a indústria avícola, pois a logística de transporte determina o fluxo do frigorífico, e por outro lado exerce influência nos padrões de bem-estar animal (Weeks, 2014). A etapa de transporte tem sido considerada de maior desafio, devido ao estresse ambiental proporcionado aos frangos de corte (Mitchell & Kettlewell, 1998). Sua magnitude depende principalmente da temperatura e umidade relativa do ambiente, além do tempo/distância a ser percorrida até o abatedouro (Warriss et al., 1992; Warriss et al., 2005).

O efeito da duração do transporte e da distância sobre o bem-estar e a qualidade da carne de frangos de corte tem sido foco de estudo. No entanto, os relatos são contraditórios, pois algumas pesquisas associam o longo tempo de transporte com maior mortalidade (Vieira et al., 2011ab). Outros reportam uma relação de menor tempo e maior possibilidade de estresse para as aves (Vosmerova et al., 2010), relatando que um maior período de transporte pode propiciar tempo suficiente para que as aves recuperem-se do estresse associado ao manejo antes do carregamento e transporte.

A distância a ser percorrida pelas aves da granja até o abatedouro tem sido correlacionada com os parâmetros de qualidade do produto final (Yalçın et al., 2012). Zanetti et al. (2013), estudando tempos de transporte de 90 e 220 minutos, observaram que frangos de corte transportados por longos períodos apresentam maiores níveis de estresse, inferido pela análise dos parâmetros sanguíneos e pelas mudanças observadas no perfil da expressão proteica. Para condições

comerciais, é recomendado que o tempo de carregamento das caixas no caminhão, transporte, período de espera e desembarque no abatedouro não exceda quatro horas, sendo desejável ocorrer em período inferior a duas horas (Turner et al., 2005).

3.1.4.5. Transporte de aves: tendências e inovações

Considerando a importância do transporte de frangos de corte na cadeia avícola, pesquisas devem ser produzidas para melhorar o bem-estar dos animais no transporte, objetivando-se resultados mais positivos nos abatedouros. Spurio (2012) delineou modificações na carroceria de um caminhão, para incremento da ventilação passiva no interior das caixas durante o transporte, com interesse em resultados positivos da ventilação sobre a sensação térmica e bem-estar das aves. Segundo o autor, o protótipo (Spurio et al., 2011) consistiu de oito defletores de ar, quatro posicionados em cada lateral da carroceria, direcionados para o interior da carga.

Spurio et al. (2015) compararam os seguintes tratamentos: carroceria normal com e sem molhamento e protótipo com e sem molhamento. Os autores concluíram que o índice “PSE” (carne pálida, mole e exudativa) como indicativo de bem-estar e qualidade da mesma foi reduzido em 66,3% e 49,6% para protótipo com e sem molhamento, respectivamente. Os resultados encontrados foram satisfatórios, mostrando que os defletores foram uma alternativa eficaz sobre o ponto de vista de bem-estar e qualidade de carne. Segundo os autores, o novo modelo de carroceria pode ser considerado uma aplicação viável de alta eficiência e baixo custo, capaz de reduzir prejuízos diretos e indiretos causados por “PSE”.

O efeito dos fatores ambientais sobre o microclima de carregamentos de frangos de corte precisam ser elucidados. Deste modo, ferramentas para determinação e análise precisam ser utilizadas na tentativa de avaliar o perfil térmico e bioclimático dos carregamentos. Índices de entalpia de conforto podem ser úteis para esses objetivos, com vantagens de traduzir e classificar as condições bioclimáticas de galpões de criação e até mesmo de carregamentos de frangos de corte (Simões et., 2009). Inicialmente proposto por Albright (1990), o índice de entalpia de conforto foi atualizado por Rodrigues et al. (2011), quando passou a considerar, além dos valores de temperatura e umidade, a pressão barométrica local, e tem sido aplicado em diversas pesquisas com animais de produção.

Uma outra tecnologia com grande potencial para esse tipo de análise é o termógrafo. Imagens termográficas têm sido amplamente utilizadas em estudos ligados à zootecnia de precisão,

seja na avaliação da ambiência de galpões de frangos de corte (Baracho et al., 2011) ou em estudos para medição da temperatura corporal de animais de produção (Ferreira et al., 2011; Nascimento et al., 2011; Edgar et al., 2013). Considerada técnica não invasiva e de fácil uso e interpretação (Eddy et al., 2001), o termógrafo poderá ser utilizado para aferição da temperatura da carga nos caminhões de transporte de frangos. Entretanto, faz-se necessário o desenvolvimento de metodologias para sua aplicação, considerando que o tamanho da área de estudo e a distância do alvo no momento da aferição poderão impactar na acurácia dos resultados obtidos.

Nesse sentido, estima-se o incentivo para o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias para avaliação e promoção do bem-estar de animais, principalmente no que tange ao transporte de animais de produção. Preconiza-se para esse setor estudos que envolvam testes de novos modelos de carroceria, caixas de transporte que sejam sustentáveis do ponto de vista econômico e ambiental para uso pela indústria avícola brasileira.

3.1.5. Espera para abate: ambiência e duração

Última etapa do manejo pré-abate, a espera para o abate deve ocorrer em local coberto e aberto nas laterais, para permitir que os caminhões carregados de aves fiquem à sombra e bem ventilado, num tempo mínimo de 20 a 30 minutos, não devendo ultrapassar o limite de duas horas (Branco, 2004). É válido destacar a importância de estimar o tempo desta etapa e considerá-lo no tempo do jejum total das aves.

Nenhum período ou períodos muito longos de espera podem resultar em efeitos negativos sobre o bem-estar e características da carne (Warriss, 1995). Pesquisas avaliaram a influência do tempo de espera sobre as características da carne de outros animais de produção. Russo et al. (1998) propuseram que duas a quatro de horas de descanso podem reduzir a incidência de alterações de cor na carne de suínos. Warriss et al. (2003) observaram que o tempo de duas horas de descanso melhorou as características da carne e o bem-estar de suínos. Zhu et al. (2014) relataram que o período de descanso pode aliviar o estresse do transporte, sugerindo o tempo de duas horas como razoável para descanso de patos antes do abate.

Nesta etapa, as condições físicas do ambiente de espera podem resultar em reduções do bem-estar animal contribuído para a ineficácia de todas as etapas anteriores. Dessa forma, a climatização é recomendada para ambientes de espera, com o uso de ventiladores e nebulizadores que melhoram a sensação térmica das aves, com acionamento em intervalos frequentes (dez

segundos), tendo atenção para que as aves não fiquem molhadas durante grande período de tempo (Näas et al., 1998). Os mesmos autores relataram que o molhamento deve ser o suficiente para que as gotículas de água sobre a superfície corporal delas sejam removidas com o fluxo de ar, e com isso ocorra a perda de calor corporal.

A indústria demanda por pesquisas que avaliem de forma quantitativa as perdas pré-abate durante a operação de espera no abatedouro. Sabe-se que apropriados períodos de espera podem mitigar os efeitos negativos do estresse durante o transporte. Segundo Hunter et al. (2001) e Simões et al. (2009), poucos estudos foram executados na intenção de se avaliar a influência do tempo de espera sobre o bem-estar e a qualidade da carne de frangos de corte. Hunter et al. (2001) apontaram uma grande variabilidade de horários existentes na espera (de uma até sete horas); portanto, recomendaram tempo de espera menor que duas horas como ideal para a manutenção da homeostase dos animais. Manter as aves à sombra e com frequente molhamento e ventilação por período de uma a duas horas acalma as aves e promove gradual retorno à homeostase (DEFRA, 2002).

4. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Alguns países desenvolvem suas próprias legislações para regular o bem-estar de animais de produção, podendo ir mais além quando consideram em seus documentos pontos para regular o bem-estar durante o transporte desses animais. O Brasil precisa avançar em normativas para regulamentar o transporte de animais de produção, enfatizando as reais necessidades de cada espécie, uma vez que essas não devem sofrer quaisquer danos e/ou sofrimento desnecessários durante o transporte.

As etapas que envolvem o manejo pré-abate frequentemente resultam em eventuais danos às aves, com reflexos para a cadeia avícola, tanto sob o ponto de vista econômico quanto para os padrões de bem-estar animal. Nesse contexto, um dos maiores problemas associados ao manejo de frangos de corte refere-se às perdas no rendimento das carcaças, descritas como inerentes ao processo e que ocorrem em função de diversos fatores.

O sucesso do manejo pré-abate de frangos de corte está, sem dúvida, nas mãos dos operários de campo. São eles que realizam as principais etapas deste processo, seja na apanha, no empilhamento e desembarque das caixas de transporte, até a pendura das aves. Assim, muito trabalho está envolvido, no entanto, pouca atenção é dada aos funcionários e à qualidade do seu trabalho. Muitos dos problemas no manejo pré-abate ocorrem em função das condições de trabalho, higiene e alimentação, associados ainda à velocidade para atender à demanda de aves imposta pelo ritmo dos abatedouros.

Por fim, para o completo sucesso do manejo pré-abate, é recomendado frequente capacitação e aperfeiçoamento dos funcionários envolvidos, com possibilidade de serem

incentivados à medida que implementem melhores técnicas de manejo. Uma equipe esclarecida e bem capacitada para realizar o manejo pré-abate não pratica métodos de manejo capazes de gerar medo, danos e/ou sofrimento aos animais, sabendo que seu empenho e competência trarão reflexos positivos sobre os padrões de bem-estar e rendimento das carcaças das aves abatidas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABPA. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL). **Relatório Anual 2014**. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/8ca705e70f0cb110ae3aed67d29c8842.pdf>> Acesso em: 20/01/2015.
- ABREU, V. & ABREU, P. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. supl. esp., p. 1-14, 2011.
- ADZITEY, F. & NURUL, H. Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: causes and measures to reduce these incidences – a mini review. **International Food Research Journal**, n. 18, p. 11-20, 2011.
- AKSIT, M.; YALCIN, S.; OZKAN, S. et al. Effects of temperature during rearing and crating on stress parameters and meat quality of broilers. **Poultry Science**, v. 85, p. 1867-1874, 2006.
- ALBRIGHT, L.D. **Environment control for animals and plants**. ASAE Textbook, 4. American Society of Agricultural Engineers Michigan, St. Joseph ASHRAE, 1990.
- ALEXANDRAKIS, D.; DOWNEY; G., SCANELL, A.G.M. Rapid non-destructive detection of spoilage of intact chicken breast muscle using near-infrared and Fourier transform mid-infrared spectroscopy and multivariate statistics. **Food and Bioprocess Technology**, v. 5, p. 338-347, 2012.
- ANDERSEN, I.L.; ANDENAES, H.; BOE, K.E. et al. The effects of weight asymmetry and resource distribution on aggression in groups of unacquainted pigs. **Applied Animal Behaviour Science**, v.68, p. 107-120, 2000.
- APPEBLY, M.C. Science of Animal Welfare. In: APPEBLY, M.C. et al. (Ed) **Long distance transport and welfare of farm animals**. London: UK, 2008. p.1-17

- ASSAYAG JÚNIOR, M.A.; PEDROSO, A.C.; FRANCO, S.G. et al. Efeito da duração do jejum pré-abate sobre peso corporal de frangos de corte aos 45 dias de idade. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 42, n. 3, p. 188-192, 2005.
- BARBIN, D.F.; KAMINISHIKAWAHARA, C.M.; SOARES, A.L. et al. Prediction of chicken quality attributes by near infrared spectroscopy. **Food chemistry**, v. 168, p. 554–60, 2015.
- BAIÃO, N.C.; FERREIRA, M.O.O.; TEIXEIRA, A.A. et al. Efeitos do tipo e período de jejum sobre a perda do peso vivo e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 44, n.3, p. 205-213, 1992.
- BARACHO, M.S.; NÄÄS, I.A.; NASCIMENTO, G.R. et al. Surface temperature distribution in broiler houses. **Revista Brasileira de Ciências Avícolas**, Campinas, v. 13, n. 3, p. 177-182, 2011.
- BARBOSA FILHO, J.A.D.; VIEIRA, F.M.C.; SILVA, I.J.O. et al. Transporte de frangos: caracterização do microclima na carga durante o inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 12, p. 2442-2446, 2009.
- BARBOSA FILHO, José Antônio Delfino. **Caracterização quantiquantitativa das condições bioclimáticas e produtivas nas operações pré-abate de frangos de corte**. São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, 2008. 174p. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11131/tde-17072008-153053/>>. Acesso em: 07/07/2014.
- BARBUT, S. Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 38, p. 355-358, 1997.
- _____. Review: Automation and meat quality-global challenges. **Meat Science**, v. 96, n. 1, p. 335-45, 2014.
- BARTOV, I. Lack of interrelationship between the effects of dietary factors and food withdrawal on carcass quality of broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 39, p. 426-433, 1998.
- BAYLISS, P.A. & HINTON, M.H. Transportation of broilers with special reference to mortality rates. **Applied Animal Behaviour Science**, Shannon, v. 28, n.1, p. 93-118, 1990.
- BEJAEI, M. & CHENG, K.M. A survey of current ostrich handling and transport practices in North America with reference to ostrich welfare and transportation guidelines set up in other countries. **Poultry Science**, v. 93, n. 2, p. 296-306, 2014.
- BENINO, B.E. & FARR, A.J. The effects of feed and water withdrawal and holding shed treatments on broiler yields parameters. **Poultry Science**, n. 67, p. 845-847, 1988.
- BIANCHI, M.; PETRACCI, M.; CAVANI, C. Effects of transport and lairage on mortality, liveweight loss and carcass quality in broiler chickens. **Italian Journal of Animal Science**, v. 4, n. 2, p. 516-518, 2005.

- BOERE, V. & MAZZOTTI, G.A. Comparação entre a temperatura retal e a temperatura da membrana timpânica em gatos (*Felis catus*) NORMOTÉRMICOS. **Ciência Animal Brasileira**, [S.l.], v. 10, n. 3, p. 961-966, 2009.
- BOUWKNECHT, J.A.; OLIVIER, B.; PAYLOR, R.E. The stress-induced hyperthermia paradigm as a physiological animal model for anxiety: a review of pharmacological and genetic studies in the mouse. **Neuroscience Biobehavioral Reviews**, v. 31, p. 41–59, 2007.
- BRANCO, J.A.D. Manejo pré-abate e perdas decorrentes do processamento de frango de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2004, Santos, SP. **Anais...** Campinas: FACTA, 2004. v. 2, p. 129-142.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 210, de 1998. Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiénico Sanitária de Carne de Aves. República Federativa do Brasil, Brasília, DF, p.1-34, nov. 1998.
- BROOM. D.M. Welfare assessment and welfare problem areas during handling and transport. In: GRANDIN, T. (Ed.) **Livestock Handling and Transport**. Wallingford, U.K: CAB International, p. 35-42, 1993.
- BUNCIC, S. & SOFOS, J. Interventions to control *Salmonella* contamination during poultry, cattle and pig slaughter. **Food Research International**, v. 45, n. 2, p. 641-655, 2012.
- CASTRO, J.B.J.; CASTILLO, C.J.C.; ORTEGA, E.M.M. et al. Jejum alimentar na qualidade da carne de frangos de corte criados em sistema convencional. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 470-476, 2008.
- COBB - VANTRESS BRASIL. (2008). Manual de manejo de frango de corte. COBB - VANTRESS BRASIL. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/avicultura/files/2012/04/Cobb-Manual-Frango-Corte-BR.pdf>>. Acesso em: 23/05/2014.
- CORRIER, D.E.; BYRD J.A., HARGIS, B.M.; HUME, M.E. et al. Presence of *Salmonella* in the crop and ceca of broiler chickens before and after preslaughter feed withdrawal. **Poultry Science**, n. 78, p. 45-49, 1999.
- DADGAR, S.; LEE, E.S.; LEER, T.L.V. et al. Effect of microclimate temperature during transportation of broiler chickens on quality of the pectoralis major muscle. **Poultry Science**, n. 89, p. 1033-1041, 2010.
- DEFRA - DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS. Code of recommendations for the welfare of meat chickens. London: DEFRA, 2002. 25p. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69372/pb7-275meat-chickens-020717.pdf>. Acesso em: 26/10/2015.
- DELEZIE, E.; SWENNEN, Q.; BUYSE, J. et al. The effect of feed withdrawal and crating density in transit on metabolism and meat quality of broilers at slaughter weight. **Poultry Science**, n. 86, p. 1414-1423, 2007.

- DENADAI, J.C.; MENDES, A.A.; GARCIA, R.G. et al. Efeito da duração do período de jejum pré-abate sobre o rendimento de carcaça e a qualidade da carne do peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, n. 2, p. 101-109, 2002.
- DONKOH, A. Ambient temperature: a factor affecting performance and physiological response of broiler chickens. **International Journal of Biometeorology**, n. 33, p. 259-265, 1989.
- DRANSFIELD, E. & SOSNICKI, A.A. Relationship between muscle growth and poultry meat quality. **Poultry Science**, v. 78, p. 743-746, 1999.
- DROVAL, A.A.; BENASSI, V.T.; ROSSA, A. et al. Consumer attitudes and preferences regarding pale, soft, and exudative broiler breast meat. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 21, p. 502-507, 2012.
- DUKE, G.E.; MAUREEN, B.; NOLL, S. Optimum duration of feed and water removal prior to processing in order to reduce the potential for fecal contamination in turkeys. **Poultry Science**, v. 76, n. 3, p. 516-522, 1997.
- EC (EUROPEAN COMMISSION). Regulation (EC) n° 01/2005. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32005R0001&from=EN>> Acesso em: 28/08/2014.
- EDDY, A.L.; HOOGMOED, V.L.M.; SNYDER, J.R. The role of thermography in the management of equine lameness. **The Veterinary Journal**, v. 162, p. 172-181, 2001.
- EDGAR, J.L.; NICOL, C.J.; PUGH, C.A. et al. Surface temperature changes in response to handling in domestic chickens. **Physiology & Behavior**, v. 119, n. 2, p. 195-200, 2013.
- ERKSTRAND, C. An observational cohort study of the effects of catching method on carcass rejection rates in broilers. **Animal Welfare**, v. 7. n. 1, p. 87-96, 1998.
- FERREIRA, V.M.O.S.; FRANCISCO, N.S; BELLONI, M. et al . Infrared thermography applied to the evaluation of metabolic heat loss of chicks fed with different energy densities. **Revista Brasileira de Ciências Avícolas**, v. 13, n. 2, p. 113-118, 2011.
- FISCHER, K. Transport of slaughter animals. Effects, weaknesses, measures. **Fleischwirtschaft**, v.76, n.5, p. 521-526, 1996.
- FLETCHER, D.L. Broiler breast meat color variation, pH and texture. **Poultry Science**, v. 78, p. 1323-1327, 1999.
- FURLAN, R.L. & MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, L. R.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep/Unesp, p. 209-230, 2002.
- GAYA, L.G. & FERRAZ, J.B.S. Aspectos genético-quantitativos da qualidade da carne em frangos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 349-356, 2006.
- GIBSON, G.R & ROBERFROID, M.B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **Journal of Nutrition**, 125, p. 1401-1412, 1995.

- GIRARDIN, P.; BOCKSTALLER, C.; VAN DER WERF, H. Indicators: Tools to evaluate the environmental impacts of farming systems. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 13, n. 4, p. 5-21, 1999.
- GOMES, H.A. **Utilização de sais de sódio e potássio na água de bebida durante o jejum pré-abate de frangos de corte**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio grande do Sul, 2007. 184p. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio grande do Sul, 2007.
- GRANDIN, T. The effect of stress on livestock and meat quality prior to and during slaughter. **International Journal for the Study of Animal Problems**, v.1, n. 5, p. 313-337, 1980.
- _____. (2009). Poultry slaughter plant and farm audit: critical control points for bird welfare. Disponível em: <<http://www.grandin.com/poultry.audit.html>>. Acesso em: 28/10/2015.
- _____. Animal welfare and society concerns finding the missing link. **Meat Science**, v. 98, n. 3, p. 461-469, 2014.
- HEDRICK, H.B.; ABERLE, E.D.; FOREST, J.C. et al. **Principles of meat science**. 3.ed. Dubuque: Kendal/Hunt, 1993. 354p.
- HOLMAN, B.W.B.; FOWLER, S.M.; HOPKINS, D.L. Are shear force methods adequately reported? **Meat Science**, 2016.
- HUE, O.; LE BOUQUIN, S.; LAISNEY, M.J. et al. Prevalence of and risk factors for *Campylobacter* spp. contamination. **Food Microbiology**, v. 27, n. 8, p. 992-999, 2010.
- HUNTER, R.R.; MITCHELL, M.A.; MATHEU, C. Distribution of "Dead on Arrivals" within the bio-load on commercial broiler transporters: correlation with climatic conditions and ventilation regimen. **British Poultry Science**, v. 38, p. 7-9, 1997.
- HUNTER, R.R.; MITCHELL, M.A.; MATHEU, C. Mortality of broiler chickens in transit - correlation with the thermal micro-environment. In: PROCEEDINGS OF THE 6TH INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, 2001, Louisville, Kentucky, U.S.A. **Anais...** Kentucky: American Society of Agricultural and Biological Engineers, p. 542-549, 2001.
- HUNTER, R.R.; MITCHELL, M.A.; CARLISLE, A.J. Wetting of broilers during cold weather transport: A major source of physiological stress? **British Poultry Science**, v. 40, n. 1, p. S48-S49, 1999.
- KETTLEWELL, P.J. & MITCHELL, M.A. The thermal environment on poultry transport vehicles. COLLINS, E. & BOON, C. (Eds.). In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM**, 1993, St. Joseph. Proceedings... St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1993. p. 345-389.
- KIM, Y.H.B.; WARNER, R.D.; ROSENVOLD, K. Influence of high pre-rigor temperature and fast pH fall on muscle proteins and meat quality: a review. **Animal Production Science**, v. 54, n. 4, p. 375, 2014.

- KNIERIM, U. & GOCKE, A. Effects of catching broilers by hand or machine on rates of injuries and dead-on-arrivals. **Animal Welfare**, v. 12, n. 11, p. 63-73, 2003.
- KOVALENKO, K.; ROASTO, M.; LIEPINS, E. et al. High occurrence of *Campylobacter* spp. in Latvian broiler chicken production. **Food Control**, v. 29, n. 1, p. 188-191, 2013.
- KUDIRKIENE, E.; BUNEVICIENE, J.; BRUNDSTED, L. et al. Evidence of broiler meat contamination with post-disinfection strains of *Campylobacter jejuni* from slaughterhouse. **International journal of Food Microbiology**, v. 145, p. 116-120, 2011.
- LANGER, R.O.D.S., SIMÕES, G.S.; SOARES, A.L. et al. Broiler transportation conditions in a Brazilian commercial line and the occurrence of breast PSE (Pale, Soft, Exudative) meat and DFD-like (Dark, Firm, Dry) Meat. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, n. 5, p. 1161–1167, 2010.
- LANGKABEL, N.; BAUMAN, M.P.; FEILER, A. et al. Influence of two catching methods on the occurrence of lesions in broilers. **Poultry Science**, v. 94, p. 1735–1741, 2015.
- LARA, J.C. & BAIÃO, N.C.B. Estresse calórico em aves. In: PEREIRA, J.C.C. (Ed.) Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal. 1ed. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005, p.165-180.
- LAVOR, C.T.B.; FERNANDES, A.A.O.; SOUSA, F.M. Efeito de materiais isolantes térmicos em aviários no desempenho de frango de corte. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 2, p. 308-316, 2008.
- LAWRIE, R.A. **Lawrie's Meat Science**. 6.ed. Lancaster-Basel: Technomic, 1998. 336p.
- _____. **Ciência da carne**. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384p.
- LEANDRO, N.S.M.; ROCHA, P.T.; STRINGHINI, J.H. et al. Efeito do tipo de captura dos frangos de corte sobre a qualidade da carcaça. **Ciência Animal Brasileira**, v. 2, n. 2, p. 97-100, 2001.
- MACARI, M. & FURLAN, R.L. Ambiência na produção de aves em clima tropical. In: SILVA, I.J.O. (editor). **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: FUNEP, v.1, p. 31-87, 2001.
- MÄESAAR, M.; PRAAKLE, K.; MEREMÄE, K. et al. Prevalence and counts of *Campylobacter* spp. in poultry meat at retail level in Estonia. **Food Control**, v. 44, p. 72-77, 2014.
- MALLIA, J.G.; VAILLANCOURT, J.P.; MARTIN, S.W. et al. Risk factors for abattoir condensation of turkey carcasses due to cyanosis in southern Ontario. **Poultry Science**, v. 79, p. 831-837, 2000.
- MENDES, A.A. Jejum Pré-abate em Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Ciências Avícolas**, v. 3, n. 3, p. 199-209, 2001.
- MIRANDA-DE LA LAMA, G.C.; VILLARROEL, M.; MARÍA, G.A. Livestock transport from the perspective of the pre-slaughter logistic chain: a review. **Meat Science**, v. 98, n. 1, p. 9-20,

2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174014001077>>. Acesso em: 25/07/2014.

MITCHELL, M.A. Chick Transport and Welfare. **Avian Biology Research**, v. 2, n. 1-2, p. 99-105, 2009.

MITCHELL, M.A. & KETTLEWELL, P.J. Road transportation of broilers chickens: induction of physiological stress. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen, v. 50, n. 1, p. 57-59, 1994.

_____. Physiological stress and welfare of broiler chickens in transit: solutions not problems! **Poultry Science**, v. 77, n. 12, p. 1803-1814, 1998.

MITCHELL, M.A.; KETTLEWELL, P.J.; MAXWELL, M.H. **Physiological stress in broiler chickens during transport**. Proceedings of the 9th European Poultry Conference. Glasgow 7-12th August 1994, p. 423-426.: United Kingdom Branch of the World's Poultry Science Association.

_____. Indicators of physiological stress in broiler chickens during road transportation. **Animal Welfare**, London, v. 1, n. 2, p. 91-103, 1992.

NÄÄS, I.A.; GOUVEIA, R.P.; SILVA, I.J.O. Avaliação de sistemas de resfriamento no ambiente de espera em caixas transportadoras de frangos de corte utilizando ventilação e nebulização. **Poultry Science**, Stanford, v. 77, p. 1803-1814, 1998.

NASCIMENTO, G.R.; NÄÄS, I.A.; PEREIRA, D.F. et al. Assessment of broiler surface temperature variation when exposed to different air temperatures. **Revista Brasileira de Ciências Avícolas**, v. 13, n. 4, p. 259-263, 2011.

NICOL, C.J. & SCOTT, G.B. Pre-slaughter handling and transport of broiler chickens. **Applied Animal Behaviour Science**, n. 28, p. 57-73, 1990.

NIJDAM, E.; DELEZIE, E.; LAMBOOIJ, E. et al. Comparison of bruises and mortality, stress parameters, and meat quality in manually and mechanically caught broilers. **Poultry Science**, v. 84, n. 3, p. 467-474, 2005.

NIJDAM, E.; ZAILAN, A.R.; VAN ECK, J.H. et al. Pathological features in dead on arrival broilers with special reference to heart disorders. **Poultry Science**, v. 85, n. 7, p. 1303-1308, 2006.

NORTHCUTT, J.K. & BURR, R.J. **Influence of feed withdrawal on slaughter weight and processing yield of broilers**. In: Proceedings of SPSS 19TH Annual Meeting Abstracts, 1998, Philadelphia. **Anais...Philadelphia**, Pensilvânia, USA. p.152,1998.

OBA, A.; ALMEIDA, M.; PINHEIRO, J.W. et al. The effect of management of transport and lairage conditions on broiler chicken breast meat quality and DOA (Death on Arrival). **Brazilian Archive of Biology and Technology**, v. 52, n. spe, p. 205-211, 2009.

- ODA, S.H.I.; SCHNEIDER, J.; SOARES, A.L. et al. Detecção de cor em filés de peito de frango. **Revista Nacional da Carne**, v. 28, n. 321, p.30-34, 2003.
- OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ABREU, M.L.T. et al. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, n. 35, p.797-803, 2006.
- OLIVO, R. **O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango**. Criciúma: Ed. do autor, 2006. 680p.
- OLIVO, R.; SOARES, A.L.; IDA, E.I. et al. Dietary vitamin E inhibits poultry PSE and improves meat functional properties. **Journal of Food Biochemistry**, n. 25, p. 271-283, 2001.
- PAPA, C.M. Lower gut contents of broiler chickens withdrawn from feed and held in cages. **Poultry Science**, v. 70, p. 375-380, 1991.
- PETRACCI, M.; FLETCHER, D.L.; NORTHCUTT, J.K. The effect of holding temperature on live shrink, processing yield, and breast meat quality of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 80, p. 670-675, 2001.
- QIAO, M.; FLETCHER, D.L.; SMITH, D.P. et al. The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity and emulsification capacity. **Poultry Science**, v. 80, n. 5, p. 676-680, 2001.
- QUEIROZ, M.L. DE V.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; DUARTE, L.M. et al. Environmental and Physiological Variables During the Catching of Broilers. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 17, n. 1, p. 37-44, 2015.
- ROCHA, J.S.R., LARA, L.J., BAIÃO, N.C. Aspectos éticos e técnicos da Produção intensiva de aves. **Ciências Veterinárias no Trópico**, v. 11, n. 1, p. 49-55, 2008.
- RODRIGUES, V.C.; SILVA, I.J.; VIEIRA, F.M. et al. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. **International Journal of Biometeorology**, v. 55, n. 3, p. 455-459, 2011.
- ROSA, P.S.; FIGUEIREDO, E.A.P.; BOMM, E.R. et al. Efeito da temperatura e duração de jejum pré-abate sobre indicadores de estresse em frangos de corte abatidos aos 35 e 49 dias de idade. **Avisite**, 2002. Disponível em: <<http://www.avisite.com.br/cet/trabalhos.asp?codigo=37>>. Acesso em: 14/06/2010.
- ROSA, P.S.; AVILA, V.S. de; JAENISCH, F.R.F. **Restrição alimentar em frangos de corte: como explorar suas potencialidades**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 4p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, p. 250).
- ROSA, P.S. & MATTOS, G.L.M. Manejo pré-abate na produção de frangos: ênfase no bem-estar. **Avicultura Industrial**, São Paulo, n. 9, p. 26-31, 1224 ed., 2013. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/971808>>. Acesso em: 10/12/2015.
- ROSS - Management handbook for Broiler. 2014. Disponível em:<http://pt.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross-Broiler-Handbook-2014iEN.pdf>.

Acesso em: 05/06/2015.

- RUI, B.R.; ANGRIMANI, D.S.R.; SILVA, M.A.A. Pontos críticos no manejo pré-abate de frango de corte: jejum, captura, carregamento, transporte e tempo de espera no abatedouro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 7, 2011.
- RUSSO, V.; COSTA, L.N.; LOFIEGO, D.P. Influence of pre-slaughter resting time on carcass and ham quality in Italian heavy pigs. In: **Proc. Int. Congr. Meat Sci. Technol**, n. 44, p. 1062-1963, 1998.
- SAMS, A.R. First processing: slaughter through chilling. In: SAMS, A.R. **Poultry Meat Processing**. Boca Raton: CRC Press, p.19-34, 2001.
- SANDERCOCK, D.A.; HUNTER, R.R.; NUTE, G. R. et al. Acute heat stress-induced alterations in blood acid-base status and skeletal muscle membrane integrity in broiler chickens at two ages: Implications for meat quality. **Poultry Science**, n. 80, p. 418-425, 2001.
- SAVORY, C.J. Broiler welfare: problems and prospects. **Archiv Geflügelkd**, v. 49, p. 48-52, 1995.
- SCHEFFLER, T.L.; PARK, S.; GERRARD, D.E. Lessons to learn about post-mortem metabolism using the AMPK γ 3R200Q. **Meat Science**, v. 89, n. 3, p. 244-250, 2011.
- SCHETTINO, D.N.; CANÇADO, S.V.; BAIÃO, N.C. et al. Efeito do período de jejum pré-abate sobre o rendimento de carcaça de frango de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 5, p. 918-924, 2006.
- SCHILLING, M.W.; RADHAKRISHNAN, V.; THAXTON, Y.V. et al. The effects of broiler catching method on breast meat quality. **Meat Science**, v. 79, n. 1, p. 163-171, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174007002872>>. Acesso em: 25/04 2014.
- SILVA, L.B.J.; GAYA, L.G.; MADUREIRA, A.P. et al. Phenotypic correlations among meat quality traits in broilers. **Ciência Rural**, v. 41, n. 8, p. 1475-1481, 2011.
- SILVA, I.J.O. & VIEIRA, F.M.C. Animal ambience and productive losses on the preslaughter handling: the brazilian poultry production case. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 113-131, 2010.
- SIMÕES, G.S.; OBA, A.; MATSUO, T. et al. Vehicle thermal microclimate evaluation during Brazilian summer broiler transport and the occurrence of PSE (Pale, Soft, Exudative) meat. **Brazilian Archives Biology and Technology**, v. 52, n. spe, p. 195-204, 2009.
- SMITH, D.P. & NORTH CUTT, J.K. Pale poultry muscle syndrome. **Poultry Science**, v. 88, n. 7, p. 1493-1496, 2009.
- SOSNICKI, A.A. PSE-like syndrome in breast muscle of domestic turkeys: a review. **Journal of Muscle Foods**, n. 9, p.13-23, 1998.

- SPURIO, R.S. Melhorias das condições de transporte visando o bem-estar e qualidade da carne de frangos. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2012. 62p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, 2012).
- SPURIO, R.S.; SOARES, A.L.; CARVALHO, R.H. et al. Improving transport container design to reduce broiler chicken PSE (pale, soft, exudative) meat in Brazil. **Animal Science Journal**, 2015.
- SPURIO, R.S., SOARES, A.L., SILVEIRA, V. et al. **Carroceria de caminhão para o bem-estar animal e a qualidade da carne**. Registro de patente. Depositado no dia 21/02/2011 - PI 1.101.880-1.
- SWARBRICK, O. The welfare during transport of broilers, old hens and replacement pullets. In: GIBSON, T.E. (Ed.) **The Welfare of Animals in Transit**. Proceedings of the 3rd British Veterinary Association, Animal Welfare Foundation Symposium, London, p. 82-97, 1986.
- SWATLAND, H.J. Explaining the P in PSE. **Meat Focus Int.**, Wallingford, v.2, n.8, p.362-367, 1993.
- _____. **On line evaluation of meat**. Lancaster: Technomic, 1995. 343p.
- TINÔCO, I.F.F. Avicultura Industrial: Novos Conceitos de Materiais, Concepções e Técnicas Construtivas Disponíveis para Galpões Avícolas Brasileiros. **Revista Brasileira de Ciências Avícolas**, v. 3, n. 1, p. 1-26, 2001.
- TURNER, J.; GARCES, L.; SMITH, W. The welfare of broiler chickens in the European Union. In: **A report by Compassion in World Farming trust distributed in association with The European Coalition for Farm Animals**. UK: Compassion in World Farming Trust, 2005.
- UBA (UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA). Protocolo de Bem-estar para frangos e perus. São Paulo: jun 2008. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/641b2593d2fd403c0b420a3525c0ad14.pdf>>. Acesso em: 20/06/2014.
- VEERKAMP, C.H. Good handling gives better yield. **Misset International Poultry**, v. 2, n. 3, p. 30-33, 1986.
- VIEIRA, F.M.C.; SILVA, I.J.O.; BARBOSA FILHO, J.A.D. et al. Productive losses on broiler preslaughter operations: effects of distance from farms to abattoirs and of lairage times in climatized holding areas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 11, p. 2471-2476, 2010.
- _____. Preslaughter mortality of broilers in relation to lairage and season in a subtropical climate. **Poultry Science**, v. 90, p. 2127-2133, 2011a.
- _____. Thermal stress related with mortality rates on broilers preslaughter operations: A lairage time effect study. **Ciência Rural**, Santa Maria, n. 41, p. 1639-1644, 2011b.
- VOSMEROVA, P.; CHLOUPEK, J.; BEDANOVA, I. et al. Changes in selected bio-chemical indices related to transport of broilers to slaughter- house under different ambient temperatures.

Poultry Science, v. 89, p. 2719–2725, 2010.

WARRISS, P.D. Antemortem factors influencing the yield and quality of meat from farm animals. In: JONES, S.D.M. (Ed.) **Quality and grading of carcasses of meat animals**. Boca Raton: Flórida, 1995. p. 1-15.

WARRISS, P.D.; BEVIS, E.A.; BROWN, S.N. et al. Longer journeys to processing plants are associated with higher mortality in broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 33, n. 1, p. 201–206, 1992.

WARRIS, P.D.; PAGAZAURTUNDUA, A.; BROWN, S.N. Relationship between maximum daily temperature and mortality of broiler chickens during transport and lairage. **British Poultry Science**, n. 46, n.6, p. 647–651, 2005.

WARRISS, P.D.; BROWN, S.N.; EDWARDS, J.E. et al. Time in lairage needed by pigs to recover from the stress of transport. **Vet. Rec.**, v. 131, n. 9, p. 194-196, 2003.

WEBSTER, J.W.F. Quotes from the NFU Annual Conference. **Poultry World**, p. 6-7, 1995.

WEEKS, C.A. Poultry handling and transport. In: GRANDIN, T. (Ed.) **Livestock handling and transport**. 4ed. Colorado: Cabi, p. 174-192, 2014.

XING, T.; XU, X.; JIANG, N. et al. Effect of transportation and pre-slaughter water shower spray with resting on AMP-activated protein kinase, glycolysis and meat quality of broilers during summer. **Animal Science Journal**, v. 87, n. 2, p. 299-307, 2016.

YALÇIN, S. & GÜLER, H.C. Interaction of transport distance and body weight on pre-slaughter stress and breast meat quality of broilers. **British Poultry Science**, v. 53, n. 2, p. 175-182, 2012.

ZANETTI, E.; MASI, A.; PIVATO, M. et al. A note on protein expression changes in chicken breast muscle in response to time in transit before slaughtering. **Proteome Science**, v. 11, n. 1, p. 34, 2013.

ZHU, Z.; CHEN, Y.; HUANG, Z. et al. Effects of transport stress and rest before slaughter on blood parameters and mea quality of ducks. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 94, p. 595-600, 2014.

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO BIOCLIMÁTICA E PERDAS PRODUTIVAS NO TRANSPORTE DE FRANGOS DE CORTE

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o microclima de caixas de transporte em carregamentos comerciais de frangos de corte submetidos a diferentes distâncias nos períodos chuvoso e seco e seus efeitos sobre os parâmetros produtivos (peso ao abate, mortalidade e incidência de hematomas) e qualidade da carne. Foram monitorados 12 carregamentos de frangos de corte, num total de 24 caixas por carregamento, utilizando-se *dataloggers* para registro da temperatura e umidade do ar. O experimento obedeceu a um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 48 tratamentos, dispostos em um esquema fatorial 2 (períodos: seco e chuvoso) x 2 (distâncias: perto e longe) x 12 (posições), com três repetições por grupo experimental. Não houve correlação entre os índices de entalpia de conforto (IEC) médios dos períodos e distâncias com as variáveis produtivas, perda de peso e mortalidade total (%). As posições de maiores IEC na carga também não refletiram em maiores perda de peso corporal e mortalidade. Em termos de conforto, o período chuvoso foi o mais crítico para o transporte de frangos de corte resultando nos maiores IEC ($P < 0,01$). Na interação período chuvoso e distância longe, o maior IEC foi classificado na zona letal. No período seco, evidenciou-se maior perda de peso das aves e mortalidade na chegada ao abatedouro, ainda que o IEC medido para o período estivesse classificado na zona de conforto das aves. As posições na carga de maiores IEC também não refletiram em maiores perda de peso corporal e mortalidade. A existência de núcleos térmicos na carga pode ser mais comprometedor para o bem-estar das aves do que refletir em significativas perdas no abate.

Palavras-chave: Conforto térmico, lesões, manejo pré-abate, microclima, perda de peso corporal, qualidade de carcaça

ABSTRACT

The goal of this research was to evaluate the microclimate of commercial loads of broiler chickens at different distances in the summer and winter seasons and their effects on the production parameters (body weight loss, mortality and bruising incidence) and meat quality. It was monitored 12 broiler loads, a total of 24 crates per load, using data loggers to record temperature and humidity. The experiment followed a completely randomized design with 48 treatments in a factorial scheme (2 periods: summer and winter) x 2 (distances: near and far) x 12 (positions), with three replicates per experimental group. There was no correlation between average ECI (enthalpy comfort index) of periods and distances with production variables, body weight loss (BWL) and total mortality (%). The highest ECI in the load positions did not reflect in higher BWL and mortality. In terms of comfort, the summer is the most critical period for broiler transport. The interaction between summer and far distance, the largest ECI was scored in the lethal zone. In the winter, it showed a higher BWL and mortality, although the ECI measured has been in the chicken's comfort zone. Thermal core can be more comprising for chickne's welfare than reflect in important losses in the slaughter.

Keywords: body weight loss, carcass quality, microenvironment, pre-slaughter management, thermal comfort

1. INTRODUÇÃO

O transporte de frangos de corte é considerado um ponto crítico para a cadeia avícola (Rui et al., 2011). No manejo pré-transporte, as aves são submetidas a condições de estresse que podem perdurar e até se intensificarem ao longo do descolamento das granjas ao abatedouro. Longos períodos de privação de água e ração têm sido relacionados com as perdas produtivas no abate (Denadai et al., 2002; Assayag Júnior et al., 2005; Schettino et al., 2006) e fatores ligados ao caminhão como vibração, impacto e ruídos nas estradas também representam consideráveis fontes de estresse (Mitchell, 2009) com conseqüente prejuízo aos parâmetros produtivos. Ademais, durante o transporte, variações das condições climáticas tais como alterações de temperatura, umidade relativa e velocidade do vento compreendem importantes agentes estressores para as aves (Mitchell & Kettlewell, 1998) e possuem o agravante de não serem totalmente controláveis.

As condições climáticas no dia do transporte podem exercer influência direta sobre o microclima dos carregamentos. Altas temperatura e umidade promovem mudanças no comportamento e metabolismo das aves, que, na tentativa de minimizar os efeitos adversos do calor, aumentam a frequência respiratória (Furlan & Macari, 2002; Oliveira et al., 2006). O resultado disso é o acréscimo da umidade e da temperatura próxima às aves, dificultando ainda mais o processo de perda de calor corporal via ofegação. O calor produzido pelo metabolismo fica retido na carga e sua dinâmica de deslocamento depende diretamente da velocidade e intensidade de vento no interior da carga (Mitchell & Kettlewell, 1994).

No Brasil, em razão de seus atributos climáticos, frangos de corte são normalmente submetidos a variações térmicas que os conduzem ao estresse por calor durante o transporte (Langer

et al., 2010). Entretanto, vale considerar que certas em regiões do país e/ou em determinados períodos do ano apresentam condições de baixas temperatura e umidade, principalmente no inverno. Posto isso, o clima frio e seco também podem representar condição adversa para as aves durante o transporte. Para manterem-se aquecidas, as aves ficam menos ativas nas caixas na tentativa de troca de calor por condução e dependendo do tempo de exposição a essas condições, podem aumentar o catabolismo muscular de glicogênio resultando em reduções no peso corporal e alterações na carne (Dadgar et al., 2010) .

As consequências dos fatores microclimáticos são quase sempre descritas em função do desempenho das aves no abate, de variáveis produtivas e do rendimento e características que conferem qualidade às carcaças. No entanto, com foco no bem-estar animal, essas análises precisam considerar e avaliar também o grau de comprometimento do conforto térmico de frangos de corte durante o transporte como critério para escolha e aprimoramento de práticas comuns no manejo pré-abate, como horários mais críticos para apanha e carregamento, determinação da densidade de aves por caixas e molhamento ou não da carga.

Índices de entalpia têm sido utilizados como importantes ferramentas para caracterização de ambientes e predição do conforto térmico animal nos sistemas de criação (Simões et al., 2009; Barbosa Filho et al., 2014). Esses índices combinam em suas fórmulas diferentes variáveis meteorológicas, gerando resultados que permitem a interpretação da condição bioclimática do ambiente em relação à espécie animal criada. Para isso, os resultados são agrupados em faixas ou zonas em função das demandas termofisiológicas pré-estabelecidas a partir do conhecimento da zona de conforto térmico de cada espécie.

As perdas provenientes do transporte de frangos de corte são economicamente expressivas para a indústria avícola. Estima-se que o número de aves mortas registrado na chegada ao abatedouro está associado à dinâmica da temperatura e umidade no interior da carga e ao tempo e distância de transporte (Voslarova et al., 2007). Elevada taxa de mortalidade e maior perda de peso corporal foram observadas em carregamentos que percorreram maiores distâncias, com longos períodos de transporte (Vecerek et al., 2006; Knezacek et al., 2010; Weeks, 2014). Todavia, as pesquisas são realizadas principalmente em países de clima temperado, sendo poucas as referências que evidenciam o perfil térmico das cargas em clima tropical (Barbosa Filho et al., 2009) ou que correlacionam o potencial de perdas com a localização das aves ao longo da carroceria.

Estudos visando elucidar a dinâmica das variáveis bioclimáticas no interior de carregamentos de frangos de corte são necessários. O grau de comprometimento do conforto térmico das aves em função das condições climáticas ambientais e por fatores como distância e tempo de transporte é um ponto crucial no esclarecimento das perdas produtivas no abate. Nesse

contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o microclima de carregamentos comerciais de frangos de corte submetidos a diferentes distâncias nos períodos chuvoso e seco e seus efeitos sobre o peso ao abate, taxa de mortalidade e ocorrência de hematomas em carcaças de frangos de corte, considerando também a posição das aves na carga.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Distrito Federal, 15.7939° S, 47.8828° W (Sistema de Coordenadas Geográficas – Lat/Long – Datum WGS84), com altitude média de 1.130m, clima tropical de altitude do tipo Aw de acordo com a classificação de Köppen-Geiger e apresenta invernos secos e verões quentes e úmidos. A temperatura média anual é de 22°C e a umidade relativa varia de 20% a 75%.

Todos os procedimentos experimentais utilizados nesta pesquisa foram previamente aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais, do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília – UnB, conforme protocolo UnB Doc nº 130177/2015 (Anexo A).

2.1. Período Experimental e Animais

O período de coleta de dados abrangeu duas estações do ano: seca e chuvosa. A coleta do período de inverno, marcado pela ausência ou menor frequência de chuvas, e consequentemente denominado de período seco, foi realizada entre os meses de julho a setembro de 2014. A coleta do período de verão, caracterizado pela elevada ocorrência de chuvas, e assim denominado de período chuvoso, foi executada de novembro de 2014 a janeiro de 2015.

As aves utilizadas foram da linhagem comercial Cobb[®] com idade média de abate de 48 dias e peso médio de 2,895 kg. Os lotes de aves analisados nesta pesquisa foram compostos de frangos de corte machos, fêmeas ou misto, criados em galpões comerciais recebendo água e ração

farelada balanceada à vontade, à base de milho e farelo de soja. O programa de luz utilizado foi de 24 horas de luz no primeiro dia e de 23 horas a partir do segundo dia.

2.2. Procedimentos Experimentais

Foram monitorados e acompanhados um total de 12 carregamentos, desde a apanha até o momento do desembarque das aves para o abate, nas condições comumente utilizadas de manejo e transporte pela empresa. Os carregamentos foram acompanhados durante o período diurno, quando normalmente se observa aumento progressivo da temperatura ambiente. Dessa forma, esse período é considerado crítico para o transporte de cargas vivas, principalmente frangos de corte, mais sensíveis a altas temperaturas.

Os carregamentos também foram estudados considerando a localização das granjas (integrados), e classificados em perto, para distância de percurso entre a granja e o abatedouro de 15 km, e longe, para trajeto de 90 km. A classificação em relação à distância das granjas foi feita a partir do mapa de localização das granjas integradoras, fornecido pela empresa, com auxílio do software livre de informação geográfica Quantum GIS 1.7.4[®] (Nanni et al., 2012).

O método de apanha utilizado nesta pesquisa foi pelo dorso, ou método japonês, conhecido e praticado pela equipe de apanha. A mesma equipe de profissionais foi utilizada na apanha das aves em todas as repetições do experimento. As aves foram transportadas em caixas medindo 73,5 x 53,0 x 21,0 cm (comprimento x largura x altura).

No abatedouro, os caminhões foram estacionados em boxes de espera climatizados com ventiladores e nebulizadores.

2.2.1. Avaliação das variáveis climáticas

Foram medidas e registradas a temperatura e umidade relativa no interior dos galpões durante a apanha das aves, e na área externa dos galpões, no momento de embarque das caixas de transporte nos caminhões.

Os dados climáticos ambientais para o dia de cada coleta foram obtidos de registros de estações meteorológicas localizadas na cidade de Brasília – DF, disponibilizado *on line* pelo

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, são estes: temperatura do bulbo seco, umidade relativa do ar, pressão barométrica e velocidade do vento (INMET, 2015).

2.2.2. Avaliação dos carregamentos

Para os 12 carregamentos foram registrados o horário de retirada da ração que por sua vez, corresponde ao início do jejum. Esse registro permitiu o cálculo do período de jejum de ração na granja (JGRAN). Após a apanha e colocação das aves nas caixas de transporte, foi registrado o tempo gasto para o completo carregamento (TCAR) das caixas nos caminhões e o horário de início (saída da granja) e fim do transporte (chegada ao frigorífico) para obtenção do tempo de transporte (TTRANS). O registro inicial do odômetro, previamente à saída da granja, foi realizado e aferido novamente após chegada ao frigorífico e assim obteve-se a distância percorrida (DIST).

Após entrada no frigorífico, foram anotados os horários em que cada caminhão foi estacionado no box de espera e o horário que saiu em direção à plataforma para desembarque das caixas. A partir desses horários, foi obtido o tempo de espera (TESP) em minutos para cada caminhão estudado. Após estacionamento da carga na plataforma de desembarque, foi registrado o horário de início do abate das aves, o que permitiu conhecer o valor do jejum total de ração (JTOTAL) para cada lote transportado.

2.2.3. Caracterização da carroceria

Neste estudo, foram utilizados caminhões de transporte de aves compostos por quatro fileiras, com 13 caixas na horizontal e 10 caixas na vertical, totalizando 520 caixas por caminhão, conforme apresentado nas Fig. 2.1 e Fig. 2.2.



Figura 2. 1 - Modelo do caminhão utilizado no experimento (vista lateral). Fonte: Arquivo pessoal



Figura 2. 2 - Vista traseira da carroceria. Fonte: Arquivo pessoal

2.2.4. Avaliação do microclima da carga

Para caracterização e avaliação do ambiente microclimático da carga, foram monitoradas 24 caixas de transporte de aves previamente identificadas, onde *data loggers* (AK174, Akso[®], São Leopoldo, RS, Brasil) foram fixados com lacre (Fig. 2.3). Os *data loggers* registraram e armazenaram informações de temperatura e umidade relativa a cada cinco minutos durante o período de transporte (Fig. 2.4).



Figura 2. 3 - Colocação do *data logger* na caixa de transporte de aves. Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 2. 4 - *Data logger* para registro da temperatura e umidade relativa. Fonte: Akso, 2015.

2.2.4.1. Distribuição dos *data loggers* na carga

A distribuição dos *data loggers* foi fixa e abrangeu toda a extensão da carga (Fig. 2.5). Essa distribuição facilitou o posicionamento das caixas na carroceria, sendo igual para todos os carregamentos estudados. O critério equitativo foi adotado para distribuição espacial dos *data loggers* na carga. Assim, realizando-se três cortes transversais ao longo da carroceria do caminhão, tem-se os seguintes segmentos: dianteira, meio e traseira, de modo que cada segmento tenha igualmente 8 *data loggers*. Da mesma forma, efetuando-se um corte longitudinal, dividindo a carroceria em duas partes, superior e inferior, cada parte possui 12 *data loggers*.

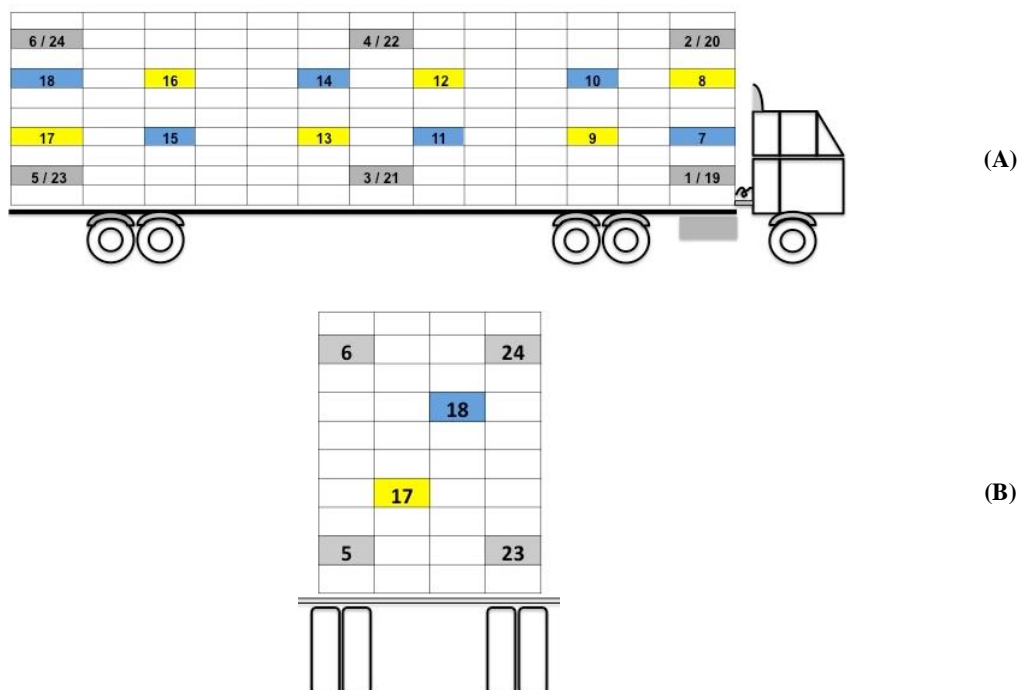


Figura 2. 5 - (A) Disposição dos 24 *data loggers* ao longo da carga. (B) Vista traseira, destaque às fileiras do centro. Legenda de cores: **Cinza**: extremidades direita e esquerda; **Azul**: fileira meio direita e **Amarela**: fileira meio esquerda. Fonte: Adaptado de Barbosa Filho, 2009.

2.2.4.2. Índice de entalpia de conforto

Para essa caracterização, foi utilizada a equação para cálculo do índice de entalpia de conforto (IEC) reformulada por Rodrigues et al. (2011). A entalpia expressa a quantidade de energia térmica, em kJ, contida em 1 kg de ar seco (Eq. 2.1). A nova equação considera, além da temperatura e umidade relativa, a pressão barométrica local, que, segundo esses autores, torna o resultado mais consistente por levar em consideração variáveis meteorológicas inerentes de cada região. O valor médio da pressão barométrica observada para a cidade de Brasília – DF para o período do estudo foi de 890 mmHg.

$$h = 1,006.t + \frac{UR}{p_b} \cdot 10^{(7,5.t/237,3+t)}. (71,28+0,052.t), \text{ onde:}$$

h = Índice de entalpia (kJ/Kg de ar seco);

t = Temperatura do bulbo seco (°C);

UR = Umidade relativa (%);

p_b = Pressão barométrica local (mmHg).

Equação 2. 1 – Equação do índice de entalpia de conforto (kJ/kg). Fonte: Adaptada por Rodrigues et al. (2011).

Conforme metodologia descrita por Queiroz et al. (2012), os valores de IEC foram classificados em quatro diferentes zonas, que informam a condição de bioclimática de um ambiente para frangos de corte a partir da 6ª semana de idade (Quadro 2.1).

Quadro 2. 1 - Zonas de classificação do índice de entalpia de conforto (IEC), em kJ/kg de ar seco, para frangos de corte acima de 6 semanas de idade

Classificação	IEC (kJ/kg de ar seco)
Zona de conforto	35,0 – 48,0
Zona de alerta	48,1 – 57,6
Zona crítica	57,7 – 66,1
Zona letal	66,2 – 90,6

Fonte: Adaptado de Queiroz et al., 2012.

2.2.5. Variáveis produtivas

2.2.5.1. Avaliação do peso dos frangos

Para avaliação do peso inicial, foi realizada pesagem individual de 24 caixas de transporte após a apanha e colocação das aves, um total de 7 aves por caixa. É importante destacar que para melhor determinação da perda de peso os carregamentos não foram molhados antes do transporte.

A fim de obter o peso inicial das aves, antes do transporte descontou-se o peso de cada caixa vazia (tara). Para mensuração do peso final, após chegada ao abatedouro, ainda na área de desembarque, procedeu-se a pesagem das mesmas caixas. Calculou-se a diferença entre os peso inicial e final, em kg/ave.

2.2.5.2. Taxa de mortalidade

A taxa de mortalidade (%), ou *Death on arrival* (DOA) foi obtida pela razão entre o número de aves mortas na chegada ao frigorífico e a densidade inicial multiplicado por 100. Para isso, o número de aves inicialmente colocadas em cada caixa de transporte (7 aves por caixa) foi padronizado ainda na granja, e o número de aves mortas registrado após desembarque e pesagem, para as 24 caixas de transportes destinadas a este estudo.

Procedeu-se também ao registro da mortalidade total ocorrida em cada carregamento avaliado, obtidos com apoio da equipe do abatedouro, na área de pendura. A mortalidade total (%), para cada carregamento, foi calculada pela razão entre o número de aves mortas e o total de aves transportadas para o abate multiplicado por 100.

2.2.5.3. Contusões nas carcaças

As avaliações de contusões foram realizadas na indústria, após depenagem e

evisceração. Duas aves por caixa de transporte foram previamente identificadas com lacres plásticos num total de 48 aves por carregamento. Cada ave foi identificada com o mesmo padrão de numeração usado na identificação externa das caixas de transporte. Essa metodologia permitiu avaliar o efeito da posição da ave no caminhão de transporte mesmo após o abate para esta e outras variáveis. Os lacres plásticos foram atados acima da articulação do tarso-metatarso. Os lacres foram resistentes à temperatura da escaldagem e à ação mecânica da depenadeira.

As 48 carcaças foram analisadas em relação a hematomas de asas, ponta de asas, peito e coxas. A incidência (%), com e sem hematoma, foi calculada com base no número de asas, pontas de asa e coxas em cada uma das 48 carcaças. A avaliação de hematomas seguiu os critérios descritos no Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-sanitária de carne de aves, Portaria nº 210 (Brasil, 1998).

2.3. Delineamento Experimental

O experimento obedeceu a um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 48 tratamentos, dispostos em um esquema fatorial 2 (períodos: seco e chuvoso) x 2 (distâncias: perto e longe) x 12 (posições: referem-se às combinações entre segmentos, partes e regiões da carga), com três repetições por grupo experimental.

A Fig. 2.6 ilustra os diferentes fatores de posições usados para a análise estatística dos dados. Os cortes transversais na carroceria do caminhão determinam os seguimentos dianteira, meio e traseira. Já o corte longitudinal divide a carga em duas partes: superior e inferior.

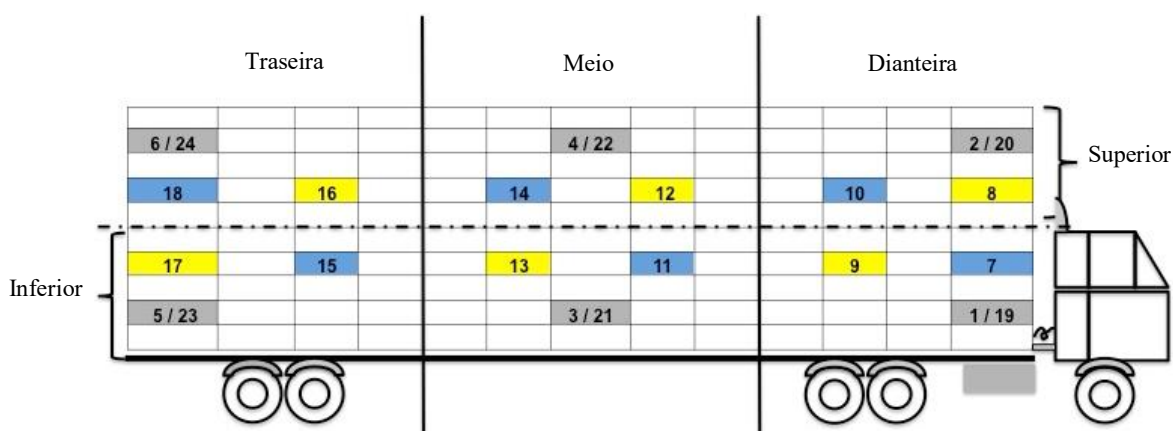


Figura 2. 6 - Cortes transversais: seguimentos dianteira, meio e traseira e corte longitudinal: partes superior e inferior. (Legenda de cores: **Cinza**: extremidades direita e esquerda; **Azul**: fileira meio esquerda e **Amarela**: fileira meio direita). Fonte: Adaptado de Barbosa Filho, 2009.

As porções lateral e interna foram indicadas na Fig. 2.7. Os retângulos destacam as fileiras do meio da carroceira, sendo denominada de região interna. Como exemplo, as caixas 7 (azul) e 9 (amarela) estão localizadas nas fileiras meio direita e meio esquerda, respectivamente. Assim, ambas as caixas encontram-se no segmento dianteira, parte inferior e porção interna (P7). Já a Figura 2.8 mostra vista traseira da carroceria com destaque para as caixas posicionadas nas extremidades esquerda e direita da carga. Como exemplo as caixas 5 e 23, ambas na cor cinza, encontram-se no segmento traseira, parte inferior e região lateral (P5), enquanto as caixas 6 e 24 diferem apenas por localizarem-se na parte superior (P6).

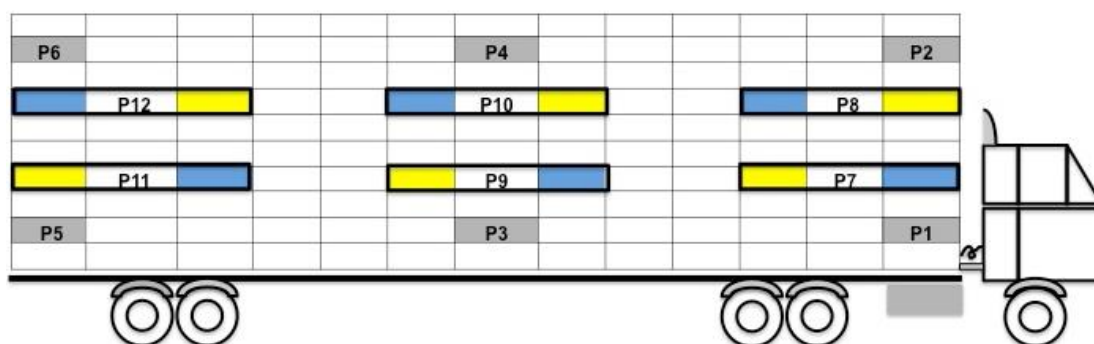


Figura 2. 7 - Destaque para as caixas região interna da carroceria. Fonte: Adaptado de Barbosa Filho, 2009.

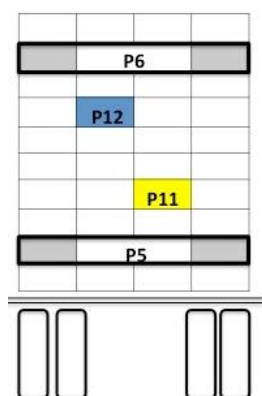


Figura 2. 8 - Vista traseira, destaque para as caixas das fileiras laterais. Fonte: Adaptado de Barbosa Filho, 2009.

As 12 combinações para o fator posição estão especificadas no Quadro 2.2.

Quadro 2. 2 - Descrição dos fatores posição em função dos diferentes segmentos, partes e região da carroceria do caminhão

Posições	Caixas	Segmentos	Partes	Região
P1	1 - 19	Dianteira	Inferior	Lateral
P2	2 - 20	Dianteira	Superior	Lateral
P3	3 - 21	Meio	Inferior	Lateral
P4	4 - 22	Meio	Superior	Lateral

P5	5 - 23	Traseira	Inferior	Lateral
P6	6 - 24	Traseira	Superior	Lateral
P7	7 - 9	Dianteira	Inferior	Interna
P8	8 - 10	Dianteira	Superior	Interna
P9	11 - 13	Meio	Inferior	Interna
P10	12 - 14	Meio	Superior	Interna
P11	15 - 17	Traseira	Inferior	Interna
P12	16 - 18	Traseira	Superior	Interna

A composição dos 48 grupos experimentais em função das combinações entre fatores período, distância e posição é mostrada no Quadro 2.3.

Quadro 2.3 - Composição dos grupos experimentais (G) em função dos fatores período do ano, distância percorrida e posição (P) na carroceria

Período do ano	Distância	Posição (P)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Chuvoso	Longe	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12
Chuvoso	Perto	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19	G20	G21	G22	G23	G24
Seco	Longe	G25	G26	G27	G28	G29	G30	G31	G32	G33	G34	G35	G36
Seco	Perto	G37	G38	G39	G40	G41	G42	G43	G44	G45	G46	G47	G48

2.3.1. Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o procedimento Proc GLM do programa estatístico SAS[®] (v.9.3, Cary, North Carolina, USA) com posterior comparação das médias pelo teste de Tukey, em nível de significância de 5%.

O modelo estatístico adotado para as análises foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + \delta_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

- Y_{ijkl} = variável resposta;
- μ = média geral;
- α_i = efeito do i-ésimo período;
- β_j = efeito da j-ésima distância;
- γ_k = efeito da j-ésima posição;

- δ_{ijk} = efeito da interação período x distância x posição;
- ε_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação ijkl.

i = chuvoso; seco.

j = perto; longe.

k = posição (1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12).

l = repetição (1; 2; 3).

A taxa de mortalidade e a incidência de hematomas nas carcaças foram avaliadas pelo teste do Qui-quadrado utilizando-se como parâmetros a presença ou não de mortes/lesões, bem como, o período e distância da granja ao abatedouro como fatores de tratamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tempo de carregamento das caixas de transporte nas carretas foi em média 36 min (Tab. 2.1.), com pequena variação entre os grupos experimentais. A equipe de apanha e carregamento foi a mesma para todas as repetições do experimento, fator importante para compreensão da lógica de distribuição das caixas de transporte avaliadas em toda extensão da carroceira, o que permitiu melhor padronização no tempo de carregamento, minimizando variações entorno de sua média (± 6 min).

Os carregamentos percorreram em média 90 km para a distância longe e 15 km para distância perto. O tempo médio de transporte da granja até o abatedouro foi de 2:09 h e de 43 min, aproximadamente, para as respectivas distâncias. O trajeto realizado pelos carregamentos que percorreram a distância longe foi seis vezes maior do que os da distância perto, necessitando do triplo do tempo para chegar ao abatedouro. O desempenho dos caminhões durante o percurso está diretamente relacionado às condições das estradas de acesso às granjas e do trânsito nas áreas urbanas. Dessa forma, para a distância longe, a velocidade média registrada foi de aproximadamente 42 km/h e para o trajeto perto de 24 km/h.

Tabela 2. 1 - Registros médios obtidos dos lotes e carregamentos de frangos de corte transportados nas diferentes combinações de período e distância, desde da granja até o abatedouro

Período	Distância	TCAR (min) ¹	DIST (km) ²	TTRANS (h:min) ³	JGRAN (h:min) ⁴	TESP (h:min) ⁵	JTOTAL (h:min) ⁶
Chuvoso	Longe	33 ± 2	84 ± 25,55	2:14 ± 38	8:15 ± 48	1:02 ± 44	12:04 ± 42
Chuvoso	Perto	31 ± 1	14 ± 2,65	37 ± 13	8:42 ± 36	59 ± 33	10:49 ± 35
Seco	Longe	45 ± 3	96 ± 26,78	2:04 ± 40	7:54 ± 53	1:35 ± 27	12:18 ± 35
Seco	Perto	35 ± 4	17 ± 1,53	48 ± 14	8:49 ± 37	1:47 ± 38	11:59 ± 37
Médias		36	52,75	1:25	8:25	1:20	11:47

¹ Tempo de carregamento (min); ² Distância percorrida (km); ³ Tempo de transporte (h:min); ⁴ Tempo de jejum na granja (h:min); ⁵ Tempo de espera no abatedouro (h:min); ⁶ Tempo de jejum total de ração (h:min).

O tempo médio de jejum de ração na granja (JGRAN) de 8:25 h foi excessivo em comparação com a recomendação mínima de jejum total de ração, de 6 a 8 h, estabelecida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 1998). O objetivo do jejum de ração é promover o adequado esvaziamento do trato gastrointestinal a fim de reduzir a contaminação na linha de abate durante o processamento industrial. Entretanto, o JGRAN não contribuiu para que os valores de jejum total ultrapassassem, demasiadamente, o limite de 12 h (Rosa et al., 2000; Mendes, 2001).

Tempo de jejum total (JTOTAL) que ultrapassa 12 h pode favorecer o rompimento do intestino, devido ao desgaste da mucosa intestinal. Reduções desse período, ainda na granja, podem resultar em menor comprometimento do bem-estar das aves, durante as etapas subsequentes, e melhor rendimento final no abate. Por outro lado, período de jejum total abaixo de 8 h não permite o adequado esvaziamento, e o rompimento ocorre em razão do excesso de alimento no trato digestório (Rui et al., 2011).

O tempo médio de espera (TESP) para abate foi de aproximadamente 1:20 h, sendo considerado adequado e dentro do limite estipulado pelo Departamento de Meio Ambiente, Alimentos e Assuntos Rurais dos Reino Unido (DEFRA, 2002), de 1 a 2 h, descrito como suficiente para acalmar as aves e promover gradual retorno à homeostase. Essas médias não contribuíram para o prolongamento dos períodos de jejum total. Os tempos de espera foram diferentes em virtude da impossibilidade de controlar o fluxo de caminhões estacionados nos boxes de espera. Esse fluxo, sem dúvida, foi determinado pela dinâmica e velocidade da linha de abate do frigorífico.

3.1. Caracterização Climática do Ambiente

As maiores médias de temperatura e umidade foram observadas para o período chuvoso (25,2°C e 67%), enquanto que no período seco, essas médias foram de 19°C e 44,2%, respectivamente (Tab. 2.2).

Tabela 2. 2 - Dados climáticos médios do ambiente e das áreas interna e externa do galpão para as combinações entre período e distância

Período	Distância	Ambiente			Galpão			
		Temp. (°C)	UR (%)	V. vento (km/h)	Área externa		Área interna	
					Temp. (°C)	UR (%)	Temp. (°C)	UR (%)
Chuvoso	Longe	25,7 ± 1,4	67,0 ± 14,9	1,0 ± 1,7	21,5 ± 0,5	83,0 ± 7,5	22,3 ± 0,1	72,3 ± 3,2
Chuvoso	Perto	24,8 ± 3,7	67,0 ± 13,6	1,0 ± 1,7	22,8 ± 0,8	74,0 ± 4,2	23,1 ± 0,3	62,4 ± 4,2
Seco	Longe	19,0 ± 3,0	43,5 ± 10,0	4,3 ± 4,5	22,0 ± 0,1	47,3 ± 5,5	22,9 ± 0,5	58,6 ± 6,5
Seco	Perto	19,1 ± 1,4	45,0 ± 8,0	2,7 ± 2,5	23,5 ± 0,5	43,3 ± 7,2	23,2 ± 0,1	43,0 ± 7,1
Médias		22,1	55,6	2,2	22,4	61,9	22,8	59,0

As médias de temperatura e umidade relativa para cada grupo experimental foram próximas às faixas de temperatura (21 a 23°C) e umidade relativa (60 a 70%) recomendadas pelo manual de criação da linhagem utilizada (Cobb-Vantress, 2008), para o manejo de frangos de corte acima de seis semanas de idade, com exceção da interação do período seco e distância perto, cuja umidade no interior do galpão foi de 43,0% (Tab. 2.2). No geral, esses resultados foram possíveis pois, durante o manejo da apanha e posterior inserção das aves nas caixas de transporte, preconizou-se por manter ligados os equipamentos de controle da ambiência no interior dos galpões.

3.2. Análise das Variáveis Microclimáticas

3.2.1. Temperatura

Houve interação ($P < 0,01$) entre os fatores período e distância (Tab. 2.3) para as temperaturas no interior das caixas de transporte. No período chuvoso, observou-se diferença significativa e maior temperatura (31,11°C) para carregamentos que percorreram distância

classificada como longe, com média de 90 km. Já no período seco, as temperaturas foram estatisticamente iguais apresentando média de 28,8°C entre as distâncias.

Tabela 2. 3 - Interação entre os fatores período e distância sobre as médias de temperatura (°C) interna da carga, durante o transporte*

Período	Distâncias		Médias
	Longe	Perto	
Chuvoso	31,1 ± 3,4 Aa	28,3 ± 2,1 Ab	29,7
Seco	28,5 ± 3,0 Ba	29,0 ± 1,6 Aa	28,8
Médias	29,8	28,7	

^a Médias na linha com letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente ($P>0,05$).

^A Médias na coluna com letras maiúsculas iguais não diferem estatisticamente ($P>0,05$).

* $P<0,01$. CV= 9,04%.

As temperaturas entre as interações foram altas. Desse modo, as aves foram submetidas a condições de estresse por calor, para todas as combinações entre período e distância. Ao longo do transporte, Mitchell & Kettlewell (2009) recomendaram que o desejável é que a temperatura no interior da carga seja inferior a 24°C, enquanto Furlan & Macari (2002) recomendaram que não extrapole a zona de conforto para frangos de corte a partir da 6ª semana de idade (21 a 23°C).

Em longas distâncias, o calor produzido pelas aves tende a acumular no interior da carga, resultando em aumento da temperatura interna. Por outro lado, deslocamentos a curtas distâncias não permitem adequado retorno à homeostase em função do menor tempo de deslocamento e pode propiciar maior estresse às aves (Vosmerova et al., 2010). Desse modo, as aves não se recuperam do estresse térmico oriundo do manejo da apanha e posterior embarque no caminhão, permanecendo com a temperatura corporal elevada, durante o transporte o que promove aumento da temperatura do microclima.

Para o período chuvoso, a temperatura média no interior da carga foi de 29,7°C (Tab. 2.5) e a do ambiente igual a 25,2°C (Tab. 2.4), enquanto que, para o período seco foram de 28,8°C e 19°C, respectivamente. Dessa forma, constatou-se variação térmica de 4,5°C para o período chuvoso e de aproximadamente 10°C para o período seco entre esses ambientes. Mitchell & Kettlewell (1998), no Reino Unido, mensuraram variações semelhantes, entorno de 2 a 5°C, entre os mesmos ambientes, para carregamentos de frangos de corte transportados no período de verão.

É importante destacar que, mesmo com uma diferença térmica entre o ambiente externo e interno, as temperaturas no interior da carga mantiveram-se altas, acima do conforto das aves, independente da distância e período. Contudo, a maior diferença entre os ambientes,

evidenciada no período seco, pode ser um agravante para o conforto térmico das aves. Nesse período, o estresse pode ter sido maior em razão das condições térmicas oferecidas às aves desde a apanha ao transporte. As aves partiram de um ambiente controlado, no interior dos galpões, com temperatura próxima a 23°C, sendo expostas à temperatura ambiente entorno de 19°C, para posteriormente enfrentar condições térmicas elevadas no interior da carga (28,8°C).

A posição da caixa é fator condicionante ($P < 0,01$) da temperatura no interior da caixa durante o transporte (Tab. 2.4). Verificou-se que a maior temperatura foi registrada na posição (P) 11 de 30°C e a menor na P2 de 27°C. Esses valores de temperatura foram observados, respectivamente, no segmento traseira, porção inferior e região interna, e segmento dianteira, porção inferior e região lateral, localizando-se próximo à cabine do caminhão. A diferença numérica entre essas médias foi de aproximadamente 3°C, apontando aumento da temperatura, na posição (P11), localizada no segmento traseira.

Tabela 2. 4 - Efeito do fator posição das caixas sobre as médias de temperatura (°C) da carga, durante o transporte*

Posição (P)	Temperatura (°C)
P11	30,0 ± 2,4 A
P5	30,0 ± 2,3 A
P3	29,9 ± 2,9 A
P12	29,9 ± 2,3 A
P6	29,5 ± 2,7 AB
P9	29,5 ± 2,1 AB
P10	29,4 ± 2,1 AB
P4	29,1 ± 2,4 AB
P7	28,3 ± 3,3 AB
P1	28,3 ± 3,0 AB
P8	27,7 ± 2,8 AB
P2	27,0 ± 3,0 B

^A Médias na coluna com letras maiúsculas iguais não diferem estatisticamente ($P > 0,05$).

CV= 9,04%.

* $P < 0,01$.

Houve aumento gradual da temperatura partindo de regiões próximas à cabine (P2, P8, P1 e P7), passando pelo meio (P4, P10, P9 e P3), seguindo em direção à traseira do caminhão (P6, P12, P5 e P11), Fig. 2.9. As médias mensuradas nos respectivos seguimentos foram: 27,8°C, 29,5°C e 29,8°C ($P < 0,01$).

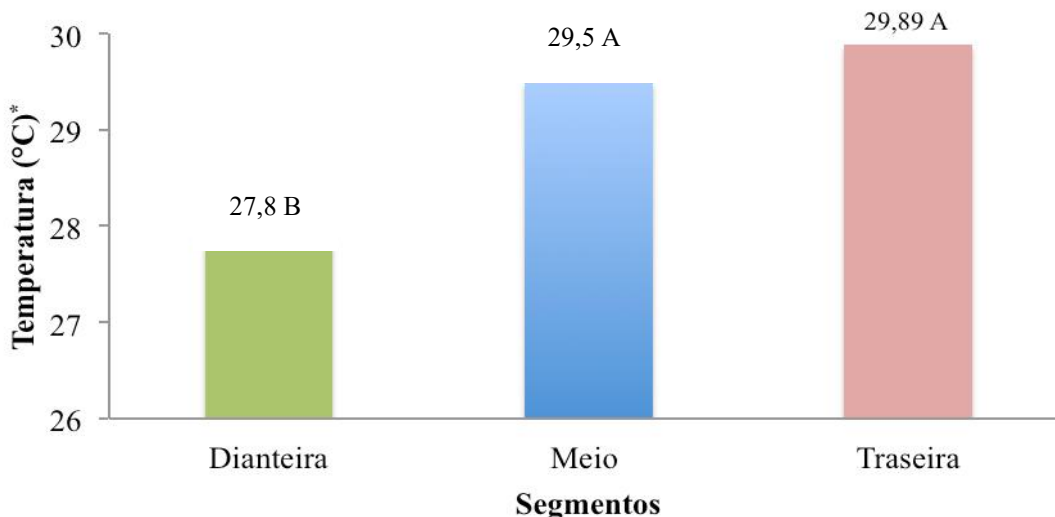


Figura 2. 9 - Médias de temperatura (°C) e respectivos segmentos da carroceria, durante o transporte.

^A Médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem estatisticamente ($P > 0,05$).

CV= 9,04%. * $P < 0,01$.

O aumento da temperatura partindo do segmento dianteira para a traseira do caminhão foi também constatado em outras pesquisas. Para Langer et al. (2010), a temperatura no interior do veículo variou de 25°C a 33°C, sendo a maior observada na parte traseira. Spurio et al. (2016) mensuraram as temperaturas nos segmentos dianteira (28,8°C), meio (29,4°C) e traseira (29,3°C), observando uma variação de 0,5°C entre o início e o fim da carga. Cabe ressaltar uma diferença entre o número de observações feitas nessas pesquisas. Ambos os autores utilizaram *dataloggers*, para registro da temperatura e outras variáveis, em seis pontos ao longo da carga, ou seja, duas observações por segmento.

Ao longo dos segmentos, a temperatura foi estatisticamente diferente ($P < 0,05$) e aumentou da dianteira para a traseira tanto nas partes (inferior e superior) quanto nas regiões (interior e lateral) da carroceria (Fig. 2.10). Para as partes (inferior e superior), as temperaturas na dianteira foram menores do que as mensuradas no meio e traseira do veículo, e essas não diferiram estatisticamente. O mesmo foi observado na análise das médias das regiões interna e lateral. Em uma análise numérica, as médias da parte inferior e da região interna são ligeiramente maiores, mostrando uma tendência de aumento da temperatura da parte superior para a inferior e da região lateral para a interna.

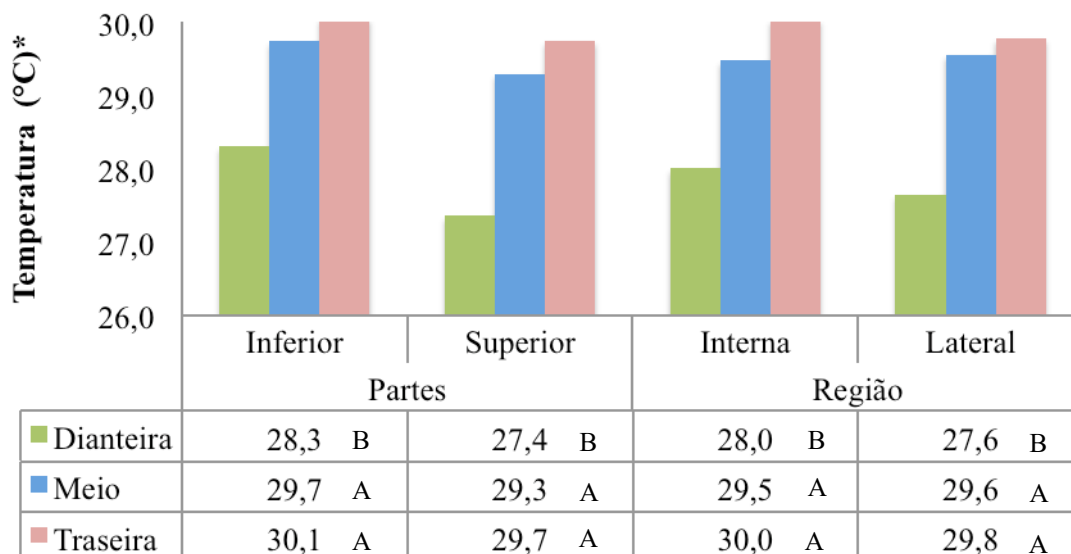


Figura 2. 10 - Médias de temperatura (°C) dos segmentos dianteira, meio e traseira para as partes (inferior e superior) e região (interior e lateral).

^A Médias na coluna com letras maiúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente ($P > 0,05$).

CV= 9,04%. * $P < 0,05$.

3.2.2. Umidade relativa

A interação ($P < 0,05$) entres os fatores período e distância sobre as médias de umidade relativa do ar, no interior da carga (Tab. 2.5), mostrou maior umidade relativa para carregamentos que percorreram a distância longe (65,4%) em relação à distância perto (58,0%), durante o período chuvoso. Parte da umidade interna é proveniente da respiração das aves, que tende a aumentar, sobretudo, quando expostas à elevada temperatura no interior da carga, como aquela mensurada na interação entre período chuvoso e distância longe (31,1°C), acumulando à medida que percorrem maiores distâncias para chegar ao abatedouro.

No período seco, não houve diferença estatística entre a umidade relativa para as ambas as distâncias, cujas médias foram de 38,1% (longe) e 37,1% (perto). Esses resultados sugerem que, para esse período, não se evidenciou efeito da distância sobre a umidade interna dos carregamentos, divergindo do observado no período chuvoso. Esse fato explica-se em função da menor umidade do ambiente registrada nesse período seco, o que pode ter permitido que a umidade interna se deslocasse para o ambiente externo, facilitado pela movimentação do ar no interior do caminhão quando em deslocamento.

Tabela 2. 5 - Interação entre os fatores período e distância sobre as médias de umidade relativa (%) do interior da carga, durante o transporte*

Período	Distâncias		Médias
	Longe	Perto	
Chuvoso	65,4 ± 2,7 Aa	58,0 ± 1,9 Ab	61,7
Seco	38,1 ± 1,8 Ba	37,1 ± 2,8 Ba	37,6
Médias	51,8	47,6	

^a Médias na linha com letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente ($P > 0,05$).

^A Médias na coluna com letras maiúsculas iguais não diferem estatisticamente ($P > 0,05$).

* $P < 0,05$. CV = 10,51%.

Houve efeito da condição meteorológica do ambiente externo sobre o microambiente dos carregamentos. O modelo de carroceria utilizado para o transporte de frangos de corte no Brasil é totalmente aberto (Simões et al., 2009), o que não permite o controle das condições climáticas do ambiente, predispondo as aves a variadas condições meteorológicas durante o percurso para o abatedouro. Modificações nas carrocerias, com objetivos de aumentar a circulação de ar no interior da carga, para dissipar a umidade retida podem amenizar o desconforto térmico das aves no transporte (Spurio et al., 2016).

3.2.3. Índice de entalpia de conforto

Houve interação ($P < 0,01$) entre os fatores período e distância sobre as médias do índice de entalpia de conforto (IEC), durante o transporte (Tab. 2.6). Para o período chuvoso, observou-se diferença significativa e maior IEC (70,6 kJ/kg) para carregamentos que percorreram maior distância. Por outro lado, para o período seco, notou-se maior IEC para carregamentos que percorreram a distância perto (50,5 kJ/kg) em relação à distância longe (46,9 kJ/kg). Analisando o efeito da distância dentro do fator período, observou-se ainda maiores IEC para as distâncias longe (70,6 kJ/kg) e perto (57,9 kJ/kg), ambas percorridas no período chuvoso.

Tabela 2. 6 - Interação dos fatores período e distância sobre o índice de entalpia de conforto (kJ/kg) durante o transporte*

Período	Distâncias		Médias
	Longe	Perto	
Chuvoso	70,6 ± 6,5 Aa	57,9 ± 9,7 Ab	64,2
Seco	46,9 ± 4,5 Bb	50,5 ± 4,5 Ba	48,7
Médias	58,7	54,2	

^a Médias na linha com letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente ($P > 0,05$).

^A Médias na coluna com letras maiúsculas iguais não diferem estatisticamente ($P > 0,05$).

* $P < 0,01$. CV = 12,47%.

O IEC indica a condição ambiental em relação ao estresse por calor sofrido pelos animais (Silva et al., 2006), e quanto maior o índice de entalpia menor o conforto no ambiente. Assim, o maior IEC, obtido no período chuvoso e distância longe (70,6 kJ/kg), superou a zona de conforto, sendo considerado zona letal, conforme classificação de Queiroz et al. (2012). Para o mesmo período, o IEC da distância perto foi de 57,9 kJ/kg, e classificado na zona crítica.

O transporte por longas distâncias no período chuvoso, e portanto, de maior umidade no ambiente, é mais prejudicial, em termos de conforto, para frangos de corte. Barbosa Filho et al. (2014) observaram valores de IEC de 52,0, 72,0 e 65,0 kJ/kg, para transportes de frangos de corte durante o verão, nos períodos manhã, tarde e noite. O período da tarde foi considerado o mais crítico para o transporte de frangos de corte, com reflexos negativos na taxa de mortalidade que foi de 0,42%. Os índices encontrados corroboram os resultados desta pesquisa, com médias que superam a zona de conforto das aves.

Para o período seco, o IEC calculado para a distância longe (46,9 kJ/kg) encontra-se no limite da zona de conforto. Enquanto que, o IEC da distância perto (50,5 kJ/kg) classifica-se na zona de alerta. Sendo assim, transportes realizados nesse período e por maiores distâncias (90 km) podem resultar em menor comprometimento do conforto e melhor grau de bem-estar para frangos de corte acima da 6ª semana de idade em comparação a transportes de curtas distâncias (15 km). A maior temperatura interna (29°C) mensurada para a interação período seco e distância perto parece ter aumentado o IEC, resultando em significativa diferença estatística.

O IEC possibilitou entendimento sobre as condições do ambiente oferecido aos animais durante o transporte para abate. Entretanto, para melhores resultados no abatedouro, torna-se necessária a inclusão de outros fatores como por exemplo, o monitoramento da temperatura e umidade no interior do galpão, durante a apanha, e na área embarque das caixas (Barbosa Filho et al., 2009). Além disso, o conhecimento prévio das condições climáticas para o dia do transporte

podem permitir adequada decisão sobre a densidade de aves por caixa, bem como, o molhamento ou não da carga.

Notou-se efeito do fator posição ($P<0,01$) sobre as médias do IEC (Tab. 2.7). O menor valor de IEC foi mensurado na posição P2 (51,2 kJ/kg), enquanto que o maior foi na posição P11 (60,2 kJ/kg), resultados semelhantes ao observado na análise da variável temperatura, mostrando certa influência dessa variável para o cálculo do IEC ($r=0,56$, $P<0,0001$). As faixas de IEC para cada seguimento foram: dianteira (51,2 – 53,8 kJ/kg), meio (56,5 – 59,7 kJ/kg) e traseira (58,3 – 60,2 kJ/kg).

Tabela 2. 7 - Efeito do fator posição das caixas* sobre as médias do índice de entalpia de conforto (IEC), durante o transporte

Posição	IEC
P11	60,2 ± 11,8 A
P12	59,8 ± 11,8 AB
P3	59,7 ± 11,2 AB
P5	59,5 ± 10,8 AB
P6	58,3 ± 10,8 ABC
P10	57,7 ± 11,2 ABC
P9	57,7 ± 11,3 ABC
P4	56,5 ± 10,0 ABC
P1	53,8 ± 11,2 ABC
P7	53,6 ± 11,5 ABC
P8	52,3 ± 10,0 BC
P2	51,2 ± 11,2 C

^A Médias na coluna com letras maiúsculas iguais não diferem estatisticamente ($P>0,05$).
CV= 12,47%. * $P<0,01$.

Observou-se diferença estatística ($P<0,01$) e aumento do IEC do segmento dianteira para o segmento traseira (Fig. 2.11). As médias dos segmentos meio e traseira foram de 57,9 e 59,4 kJ/kg, estatisticamente iguais, porém superiores à mensurada no segmento dianteira (52,7 kJ/kg). Assim, as aves dispostas nos segmentos meio e traseira encontravam-se na zona crítica, enquanto, aquelas do segmento dianteira, na zona de alerta. Os resultados encontrados estão de acordo com Simões et al. (2009), que evidenciaram aumento progressivo do IEC na carga, mostrando que os segmentos do meio e fundo veículo foram os mais problemáticos para aves, devido às elevadas condições de temperatura e umidade observadas no microambiente.

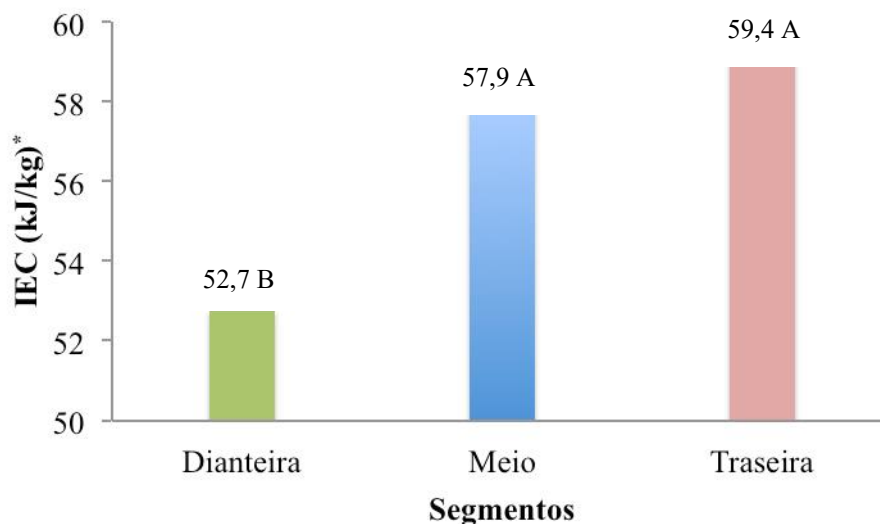


Figura 2. 11 - Médias do Índice de Entalpia de Conforto (IEC) e respectivos segmentos, durante o transporte.

^A Médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem estatisticamente ($P>0,05$).

CV= 12,47%. * $P<0,01$.

Analisando o comportamento do IEC dos segmentos (dianteira, meio e traseira) em cada parte e região da carroceria, observou-se que esse foi significativo ($P<0,05$) e maior na traseira do caminhão (Fig. 2.12), tanto para as partes (inferior e superior) quanto regiões (interna e lateral) na carga. Os mesmos resultados foram observados para a temperatura, evidenciando que o comportamento do índice de entalpia acompanha as variações de temperatura, ou seja, aumentando da dianteira para a traseira nas partes inferior e superior e nas regiões interna e lateral da carga.

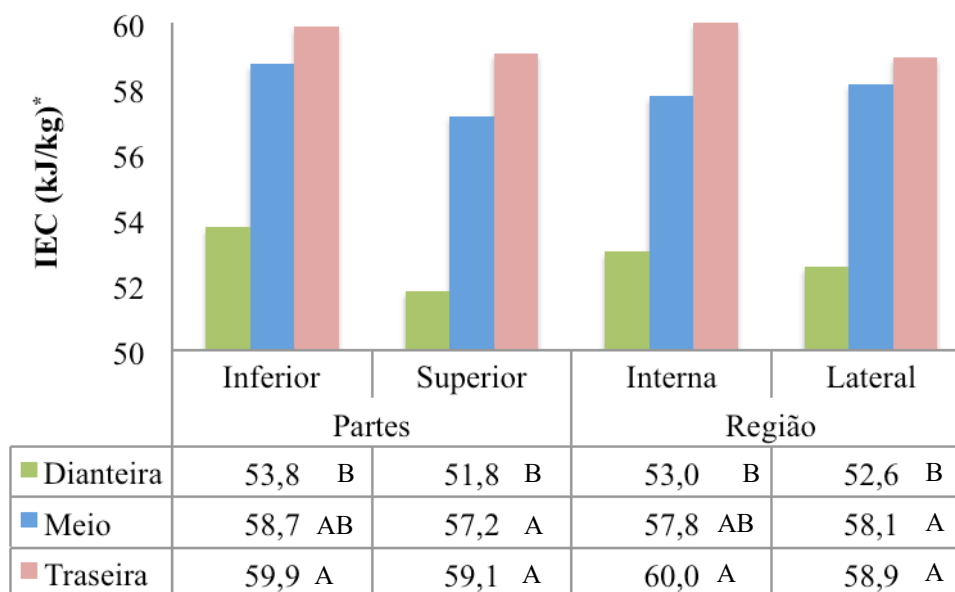


Figura 2. 12 - Médias do índice de entalpia de conforto (IEC) dos segmentos dianteira, meio e traseira para as partes (inferior e superior) e região (interior e lateral).

^A Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente ($P>0,05$).

CV= 12,47%. * $P<0,05$.

3.3. Análise das Variáveis Produtivas

3.3.1. Peso inicial, peso final e diferença de peso

A idade das aves foi diferente ($P<0,01$) e maior no período chuvoso (48,16 dias) do que no período seco (47,50 dias), Tab. 2.8. A diferença entre essas médias é inferior a um dia, e portanto, não representou, dos pontos de vista biológico e prático, uma fonte de variação experimental. Para o fator distância, as médias de idade foram estatisticamente iguais (47,83 dias). Contudo, tanto para os períodos chuvoso e seco quanto para as distâncias longe e perto não se observou diferença significativa para as médias de peso inicial da aves. Um cuidado preconizado para minimizar o viés experimental, por se tratar de uma importante variável utilizada no cálculo da diferença de peso após o transporte.

Não houve interação entre os períodos e as distâncias sobre a variável peso final. Entretanto, esse peso foi estatisticamente diferente ($P<0,01$) entre os períodos, e maior no período seco (2,854 kg/ave) em comparação ao chuvoso (2,828 kg/ave), Tab. 2.11. As aves transportadas na distância longe obtiveram peso final médio de 2,827 kg/ave, inferior ($P<0,05$) àquelas transportadas na distância perto (2,855 kg/ave). Da subtração entre os pesos final e inicial, obteve-se a diferença de peso corporal (DifP) após o transporte, constando-se interação ($P<0,01$) entre os períodos e as distâncias.

Tabela 2. 8 - Médias de peso inicial (kg), peso final (kg), diferença de peso corporal (DifP), em kg por ave, e taxa de mortalidade (%) para os fatores período e distância

Fatores	Idade (dias)	P inicial (kg/ave)	P final (kg/ave)	DifP (kg/ave)
Período	**	NS	**	Int
Chuvoso	48,16 ± 1,86 A	2,877 ± 0,238 A	2,828 ± 0,229 B	0,049
Seco	47,50 ± 1,22 B	2,914 ± 0,201 A	2,854 ± 0,202 A	0,06
Distância	NS	NS	**	Int
Longe	47,83 ± 1,83 A	2,897 ± 0,220 A	2,827 ± 0,214 B	0,07
Perto	47,83 ± 1,60 A	2,895 ± 0,221 A	2,855 ± 0,271 A	0,04
Posição	NS	NS	*	**
CV%	3,43	7,60	4,34	30,34

^A Médias na coluna com letras maiúsculas iguais não diferem estatisticamente ($P>0,05$).

^{Int} Interação período*distância. ^{NS} = não significativo.

* $P<0,05$. ** $P<0,01$.

A DifP, que apresentou interação ($P < 0,01$), no período chuvoso, foi maior para a distância longe (0,065 kg/ave) do que a distância perto (0,033 kg/ave), uma diferença de 0,032 kg/ave (Tab. 2.9). A maior DifP foi para a interação período seco e distância longe (0,073 kg/ave), e em comparação com distância perto (0,045 kg/ave) observou-se um diferença de 0,028 kg/ave. A menor umidade (37,6%), no interior da carga, associada à elevada diferença de temperatura (10°C), entre o microclima e o ambiente externo, podem ter contribuído para que aves, após o transporte, apresentassem maior DifP, isto é, maior perda de peso corporal.

Considerando o resultado do período seco e as características meteorológicas da região deste estudo, cabe destacar a necessidade de pesquisas que avaliem o molhamento de carregamentos de frangos de corte antes no transporte, principalmente em regiões que apresentam prolongados períodos de baixa umidade relativa do ambiente. Só assim, essa prática poderá ser seguramente recomendada, objetivando minimizar os efeitos do clima sobre o desempenho produtivos das aves.

Tabela 2. 9 - Interação dos fatores período e distância sobre a diferença de peso corporal (DifP), em kg por ave*

Período	Distâncias		Médias
	Longe	Perto	
Chuvoso	0,065 ± 0,016 Ba	0,033 ± 0,018 Bb	0,049
Seco	0,073 ± 0,017 Aa	0,045 ± 0,014 Ab	0,060
Médias	0,070	0,040	

DifP (kg/ave) = peso final – peso inicial.

* $P < 0,01$. CV= 30,34%.

Analisando o efeito das distâncias sobre o período, observou-se maiores DifP para as distâncias longe (0,073 kg/ave) e perto (0,045 kg/ave), ambas percorridas no período seco. Essas perdas representaram, respectivamente, 2,57% e 1,54% em relação ao peso inicial das aves, registrados antes do transporte (Tab. 2.9). Resultados semelhantes foram descritos por Sowinska et al. (2013) que por sua vez, observaram valores de 1,41%, 2,65% e 2,36% para as distâncias de 100, 200 e 300 km, respectivamente. As médias para as distâncias 200 e 300km foram estatisticamente iguais e superiores à registrada na distância de 100 km, segundo esses autores.

A diferença entre as médias da DifP das distâncias longe (0,070 kg/ave) e perto (0,040 kg/ave) foi de 0,030 kg/ave, mostrando que frangos de corte transportados nessas condições experimentais e por maiores distâncias perderam 1,0% a mais de peso corporal. A redução de peso em virtude da distância entre a granja e abatedouro é inevitável, uma vez que as granjas normalmente localizam-se em regiões rurais e muitas vezes a quilômetros de distância da planta do

abatedouro. Nesse sentido, pesquisas a fim de mitigar a ocorrência de tais prejuízos para a cadeia avícola devem ser preconizados.

Houve efeito ($P<0,01$) do fator posição das caixas sobre diferença de peso corporal (DifP) das aves (Tab. 2.10).

Tabela 2. 10 - Efeito do fator posição das caixas sobre as médias de diferença de peso (DifP)*

Posição	DifP (kg/ave)**
P1	0,064 ± 0,029 A
P6	0,064 ± 0,030 A
P2	0,056 ± 0,025 AB
P3	0,055 ± 0,022 AB
P12	0,054 ± 0,024 AB
P4	0,054 ± 0,018 AB
P5	0,054 ± 0,024 AB
P10	0,052 ± 0,020 AB
P11	0,051 ± 0,023 AB
P8	0,051 ± 0,019 AB
P9	0,048 ± 0,022 B
P7	0,048 ± 0,022 B

**DifP (kg/ave) = peso inicial – peso final.

^A Médias na coluna com letras maiúsculas iguais não diferem estatisticamente ($P>0,05$).

CV= 30,34%.

* $P<0,01$.

A maior DifP foi mensurada nas posições P1 e P6 com valor de 0,064 kg/ave. A caixa P1 localizava-se no segmento dianteira, parte inferior e região lateral, enquanto a P6 encontrava-se no segmento traseira, parte superior e região lateral. As menores DifP foram para P7 e P9, com médias iguais a 0,048 kg/ave, não apresentando diferença estatística. Essas caixas posicionavam-se na parte inferior e região interna, diferindo somente em termos de segmento, sendo P7 na dianteira e P9 no meio da carroceria. A diferença entre as médias foi de 0,016 kg/ave. As aves que perderam maior peso corporal (P1 e P6) estavam diagonalmente opostas no caminhão, e ambas localizadas na região lateral da carga.

A DifP apresentou diferença significativa ($P<0,01$) entre as aves posicionadas nas regiões interna e lateral da carroceria (Fig. 2.13). Verificou-se que as aves posicionadas na região interna perderam menos peso corporal (0,049 kg/ave) em relação àquelas da lateral da carga (0,060 kg/ave). As aves na lateral da carroceria (P1, P2, P3, P4, P5 e P6) perderam, após o transporte, 0,011 kg/ave a mais de peso corporal. Esses resultados reforçam que a região lateral pode ser mais vulnerável à dinâmica da velocidade do vento. A incidência de vento sobre as aves não só

possibilita queda do peso final, bem como, pode causar desconforto e consequente redução do bem-estar durante o transporte.

O vento que atinge a frente superior da carroceira é mais forte e perde força em direção à traseira do caminhão (Simões et al., 2009). O movimento do ar é capaz de promover mudanças consideráveis no interior da carga, produzindo gradientes térmicos que podem resultar em prejuízos ao desempenho das aves (Knezacek et al., 2010). Todavia, essa dinâmica melhor representa o comportamento do vento na região interna da carga. Sobre as caixas da região lateral, o vento pode ser mais constante e sua velocidade, apesar de contribuir na dissipação do calor através da remoção da umidade interna, pode ser também uma considerável fonte de estresse, resultando em reduções nos parâmetros produtivos dessas aves.

A diferença de peso da aves teve distribuição heterogênea ao longo da carga, e essa distribuição não apresentou correlação significativa com as média do índice de entalpia de conforto (IEC) mensurados, durante o transporte, em 12 diferentes posições ao longo de carga. Neste estudo, as posições de maiores IEC na carga não determinaram redução no desempenho, ou seja, não refletiram em maior perda de peso corporal das aves após o transporte.

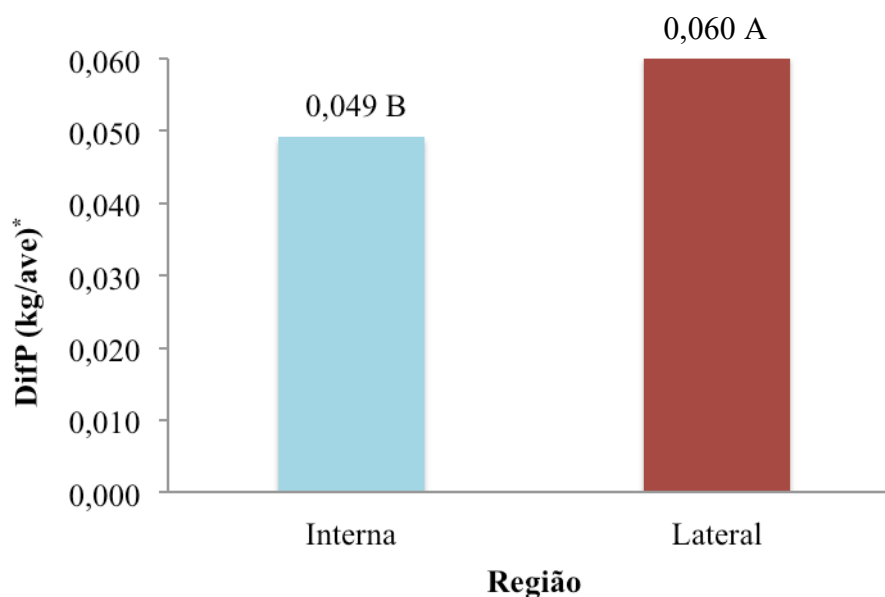


Figura 2. 13 - Médias da diferença de peso corporal (DifP) e respectivas regiões (interna e lateral).

* $P < 0,01$. CV = 30,34%.

3.3.2. Taxa de mortalidade

A mortalidade para o período chuvoso não foi significativa entre as distâncias longe (0,19%) e perto (0,15%), Tab. 2.11. Todavia, analisando o número de aves mortas observado para o período, 23 (distância longe) e 17 (perto), notou-se uma diferença de 6 aves a mais para a distancia longe. Tanto sob a ótica do bem-estar quanto econômica, essa diferença pode ser expressiva considerando o número total de aves transportadas no período chuvoso ao longo do ano.

Tabela 2. 11 - Distribuição da mortalidade registrada na chegada ao abatedouro e testadas por Qui-quadrado

Distância	Mortalidade (%)	
	Chuvoso	Seco
Longe	0,19	0,22
Perto	0,15	0,11
<i>P</i>	0,463	0,05

Para o período seco, a mortalidade foi de 0,22% para a distância longe e estatisticamente superior ($P=0,05$) a da distância perto (0,11%). Os carregamentos de frangos que percorrem maior distância obtiveram mortalidade duas vezes maior que os da distância perto. Esse resultado representou um aumento de 9 aves mortas para a distância longe. A menor umidade relativa do ar para o período seco combinada a longos períodos de transporte podem ter levado a uma condição de estresse no interior da carroceria, resultando em maior registro de mortalidade na chegada ao abatedouro.

A mortalidade total registrada para os períodos chuvoso (0,17%) e seco (0,16%) podem ser consideradas satisfatórias. Olivo & Shimokomaki (2001) recomendaram 0,20% como limite aceitável de mortalidade pós-transporte em regiões de clima tropical. Grandin (2009) definiu que o valor aceitável de mortalidade seria de 0,5%, e o valor excelente inferior a 0,25%. No entanto, atenção especial deve ser dada aos transporte que percorrerão maiores distâncias, principalmente no período seco, que neste estudo, o percentual de mortalidade (0,22%) superou as recomendações de Olivo & Shimokomaki (2001) e aproximou-se do limite superior descrito por Grandin (2009).

Em estudos realizados no Brasil, Vieira et al. (2010) observaram taxa de mortalidade de 0,12% para percursos de 25 a 50 km e de 0,41% acima de 51 km e Silva et al. (2011) registraram valores de 0,16% e 0,27%, para carregamentos durante o verão sem molhamento, percorrendo distâncias de 15 e 55 km, respectivamente. Aral et al. (2014), analisando 846 carregamentos de frangos de corte na Turquia, observaram mortalidade superior aos limites recomendados, para os

todos tratamentos avaliados, sendo média de 0,29% para o grupo 0-120 min, 0,38% de 121 a 240 min e 0,40% de 241 a 360 min. Os dados confirmam que quanto maior tempo e distância de transporte, menor a viabilidade de aves registradas na chegada ao abatedouro.

Nesta pesquisa, a distribuição das caixas ao longo da carga não determinou diferença significativa sobre as taxas de mortalidade medidas para cada posição. Dessa forma, não se observou maior número de aves mortas para as posições de maiores IEC. Sabe-se que, regiões de elevadas temperatura e umidade na carga podem refletir em maior incidência de mortes (Mitchell et al., 1992; Kettlewell & Mitchell, 1993). Na região central e parte inferior da carroceria foram observadas maior mortalidade (Barbosa Filho et al., 2009), mesmos locais onde mensuraram elevadas temperatura e umidade.

3.3.3. Hematomas nas carcaças

A incidência de hematomas nas asas não foi influenciada pelos fatores período e distancia (Tab. 2.12). O total observado para o período chuvoso foi de 5,38% e 5,00% para o período seco. Esses resultados encontram-se no limite relatado por Grandin (2010a), que classificou como “normal” variações de 5 a 6% do total de aves abatidas. No entanto, destacou que esse percentual reduziu à medida que se implementou melhores práticas de manejo com as aves, atingindo valores inferiores a 1% (Grandin, 2010b). Costa et al. (2007) apontaram maiores danos nas carcaças de frangos de cortes transportados por maiores distâncias, causados por hematomas de asas, que foi de 43,67% para percurso médio de 250 km.

Tabela 2. 12 – Distribuição de hematomas de asa, ponto da asa, peito e coxa para os períodos (chuvoso e seco) e distâncias (longe e perto) testada por Qui-quadrado

Cortes	Chuvoso		Total	<i>P</i>	Seco		Total	<i>P</i>
	Longe	Perto			Longe	Perto		
Asa	6,25	4,81	5,38	0,475	4,81	5,19	5,00	0,475
Ponta da asa	10,58	17,95	15,00	0,021	11,54	9,09	10,32	0,316
Peito	0,96	4,49	3,08	0,106	2,56	3,9	3,23	0,506
Coxa	7,21	10,9	9,42	0,158	2,88	3,06	3,06	0,793

Para o percentual de ponta da asa vermelha constatou-se diferença significativa ($P < 0,05$) entre as distâncias perto e longe no período chuvoso. As aves transportadas na distância perto apresentaram 17,95% de ponta de vermelha, aproximadamente 7% superior ao percurso longe (10,58%). A incidência de ponta de asa vermelha está associada tanto ao método de apanha quanto à pendura das aves linha de abate (Ludtke et al., 2010). O bater de asas, no momento da pendura até a entrada na cuba de insensibilização, aumenta o fluxo de sangue para a extremidade das asas, ficando retido mesmo após a sangria.

A ponta da asa vermelha desvaloriza as carcaças e tem menor aceitação por parte dos consumidores (Ludtke et al., 2010). Diante desses resultados, melhores condições nos ambientes de apanha das aves (interior do galpão) e recepção/pendura (abatedouro) devem ser preconizados. Níveis baixos de iluminação nesses ambientes acalmam as aves, reduz o bater de asas e facilita o manejo. Do mesmo modo, a utilização de luz azul promove maior conforto às aves e aos trabalhadores, que manejam as aves com maior cuidado, diminuindo os danos às carcaças (Adamczuk et al., 2014). Além disso, recomenda-se a manutenção da climatização, com o uso de ventiladores nebulizadores, a fim de melhorar a sensação térmica das aves, em ambos os ambientes (Nåas et al., 1998).

Para hematomas no peito e coxas também não se observou efeito significativo dos fatores período e distância. As médias de hematomas no peito para o período chuvoso foi de 3,08% e de 3,23% para o seco, enquanto que, para hematoma de coxas foi de 9,42% e 3,06%, respectivamente. O percentual máximo de hematoma de coxa recomendado é 1%, sendo 0,5% considerado excelente (Grandin, 2009). Esse hematoma também está associado ao manejo da apanha nas granjas. Quando as aves são apanhadas por uma ou ambas pernas esse escore tende a aumentar. A inserção das aves de ponta a cabeça nas caixas favorecem o aumento deste tipo de hematoma podendo levar a fratura do membro em alguns casos.

A incidência de hematoma nas carcaças está associada ao manejo das aves durante o período de criação. Essas injúrias ocorrem principalmente no período final de criação, quando as aves estão mais pesadas. De 30 a 50% dos hematomas ocorre durante a apanha e de 20 a 35% pós-apanha (Mendes & Komiyama 2011), sendo bastante difícil precisar o impacto do transporte sobre o percentual de lesões nas carcaças. Assim, o monitoramento da apanha das aves nos galpões deve ser constantemente realizado, corrigindo eventuais problemas. Em razão do esforço repetitivo dessa atividade, os funcionários acabam apanhando as aves pela(s) perna(s), aumentando as injúrias às aves.

4. CONCLUSÃO

1. Em termos de conforto, o período chuvoso foi o mais crítico para o transporte de frangos de corte resultando nos maiores índices de entalpia de conforto (IEC). Na interação período chuvoso e distância longe, o maior IEC foi classificado na zona letal.

2. Frangos de corte apresentaram maiores diferenças de peso corporal quando transportados por maiores distâncias. Quando realizados no período seco, evidenciou-se maior perda de peso das aves e mortalidade na chegada ao abatedouro. Entretanto, o IEC medido para o período foi classificado na zona de conforto das aves.

3. Não houve correlação entre o IEC (períodos e distâncias) e as variáveis perda de peso e mortalidade total (%). Maior IEC não reduziu o desempenho produtivos das aves.

4. As posições na carga de maiores IEC também não refletiram em maiores perda de peso corporal e mortalidade. A existência de núcleos térmicos na carga pode ser mais comprometedora para o bem-estar das aves do que refletir em significativas perdas produtivas no abate.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMCZUK, G.O.; TRENTIN, M.G.; LIMA, J.D. Lighting in the shackling area: conciliating broiler welfare with labor comfort. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 16, n. 2, p. 87-91, 2014.
- ARAL, Y.; ARIKAN, M.S.; AKIN, A.C. et al. Economic losses due to live weight shrinkage and mortality during the broiler transport. **Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg.**, v. 61, p. 205–210, 2014.
- ASSAYAG JÚNIOR, M.S.; PEDROSO, A.C.; FRANCO, S.G. et al. Efeito da duração do jejum pré-abate sobre peso corporal de frangos de corte aos 45 dias de idade. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 42, n. 3, p. 188–192, 2005.
- AKSO. Akso Produtos Eletrônicos. Disponível em: <<http://www.akso.com.br>>. Acesso em: 12 nov. de 2015.
- BARBOSA FILHO, J.A.D.; QUEIROZ, M.L.V; BRASIL, D.F. et al. Transport of broilers: load microclimate during Brazilian summer. **Engenharia Agrícola**, v. 34, n. 3, p. 405-412, 2014.
- BARBOSA FILHO, J.A.D.; VIEIRA, F.M.C.; SILVA, I.J.O. et al. Poultry transport: microclimate characterization of the truck during the winter. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n.12, p. 2442–2446, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 210, de 1998. Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico Sanitária de Carne de Aves. República Federativa do Brasil, Brasília, DF, p.1-34, nov. 1998.
- BURLINGUETTE, N.A.; STRAWFORD, M.L.; WATTS, J.M. et al. Broiler trailer thermal conditions during cold climate transport. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 92, n. 2, p. 109–122, 2012.
- COBB - VANTRESS BRASIL. [2008]. **Manual de manejo de frango de corte**. Disponível em: <<http://cobb-vantress.com/docs/default-source/guides/cobb-broiler-management-guide--->

english.pdf>. Acesso em: 23/11/2015.

COSTA, F.M.R.; PRATA, L.F.; PEREIRA, G.T. Influência das condições de pré-abate na incidência de contusões em frangos de corte. **Veterinária e Zootecnia**, v.14, n.2, p. 234-245, 2007.

DADGAR, S.; LEE, E.S.; LEER, T.L.V. et al. Effect of microclimate temperature during transportation of broiler chickens on quality of the pectoralis major muscle. **Poultry Science**, n. 89, p. 1033-1041, 2010.

DEFRA - Department for environment, food and rural affairs. [2002]. **Code of recommendations for the welfare of meat chickens**. 25p. Disponível em:<https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69372/pb7275meat-chickens-020717.pdf>. Acesso em: 23/11/2015.

DENADAI, J.C.; MENDES, A.A; GARCIA, R.G. et al. Efeito da duração do período de jejum pré-abate sobre rendimento de carcaça e a qualidade da carne do peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciências Avícolas**, v. 4, n. 2, p. 101-109, 2002.

FURLAN, R.L. & MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, L.R.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep/Unesp, p. 209-230, 2002.

GRANDIN, T. [2009]. Poultry Slaughter Plant and Farm Audit: critical control points for bird welfare (Updated July 2009). Disponível em:<<http://www.grandin.com/poultry.audit.html>>. Acesso em: 03/11/2015.

_____. Auditing animal welfare at slaughter plants. **Meat Science**, v. 86, p. 56-65, 2010a.

_____. **Improving Animal Welfare: a practical approach**. Wallingford: Ed. Cabi International, 2010b, 336p.

INMET. (Instituto Nacional de Meteorologia). **Banco de dados meteorológicos para ensaio e pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 03/04/2015.

KETTLEWELL, P.J. & MITCHELL, M.A. The thermal environment on poultry transport vehicles. COLLINS, E.; BOON, C. (Eds.). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 4., 1993, St. Joseph. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1993. p. 345-389.

KNEZACEK, T.; OLKOWSKI, A.; KETTLEWELL, P. et al. Temperature gradients in trailers and changes in broiler rectal and core body temperature during winter transportation in Saskatchewan. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 90, n. 3, p. 321–330, 2010.

LANGER, R.O.D.S.; SIMÕES, G.S.; SOARES, A.L. et al. Broiler transportation conditions in a Brazilian commercial line and the occurrence of breast PSE (Pale, Soft, Exudative) meat and DFD-like (Dark, Firm, Dry) Meat. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, n. 5, p. 1161–1167, 2010.

LUDTKE, C.B.; CIOCCA, J.P.P.; DANDIN, T. **Abate humanitário de aves**. Rio de Janeiro:

WSPA, 2010, 120p.

MENDES, A.A. Pre-Slaughter Feed Withdrawal in Broiler Chickens. **Revista Brasileira de Ciências Avícolas**, v. 3, n. 3, p. 199-209, 2001.

MENDES, A.A. & KOMIYAMA, C.M. Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaça e carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 352-357, 2011.

MITCHELL, M.A. Chick transport and welfare. **Avian Biology Research**, v. 2, n. 1, p. 99–105, 2009.

MITCHELL, M.A. & KETTLEWELL, P.J. Road transportation of broilers chickens: induction of physiological stress. **Worlds Poultry Science Journal**, v. 50, n. 1, p. 57-59, 1994.

_____. Physiological stress and welfare of broiler chickens in transit: solutions not problems! **Poultry Science**, v. 77, p. 1803–1814, 1998.

_____. Welfare of poultry during transport: a review. Poultry Welfare Symposium in Cervia, Italy, 2009.

MITCHELL, M.A.; KETTLEWELL, P.J.; MAXWELL M.H. Indicators of physiological stress in broiler chickens during road transportation. **Animal Welfare**, v.1, n. 2, p. 91-103, 1992.

NÄÄS, I.A.; GOUVEIA, R.P.; SILVA, I.J.O. Avaliação de sistemas de resfriamento no ambiente de espera em caixas transportadoras de frangos de corte utilizando ventilação e nebulização. **Poultry Science**, Stanford, v. 77, p. 1803-1814, 1998.

NANNI, A.S.; DESCOVI, FILHO L.; VIRTUOSO, M.A. et al. Quantum GIS - Guia do Usuário, Versão 1.7.4 "Wroclaw". Disponível em: <<http://qgisbrasil.org>. 291p., il.> Acesso em: 17/01/2016.

OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ABREU, M.L.T. et al. Effects of temperature and relative humidity on performance and yield of noble cuts of broilers from 1 to 49 days old. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 797–803, 2006.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Carnes: no caminho da pesquisa. Cocal do Sul: IMPRINT, 2001. 155p.

QUEIROZ, M.L.V., BARBOSA FILHO, J.A.D., VIEIRA, F.M.C. Avaliação do conforto térmico de frangos de corte de forma direta e prática. **Revista Produção Animal ó Avicultura**, p. 21-24, 2012.

RODRIGUES, V.C.; SILVA, I.J.O.; VIEIRA, F.M.C. et al. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. **International Journal of Biometeorology**, v. 55, n. 3, p. 455–459, 2011.

ROSA, P.S.; AVILA, V.S.; JAENISCH, F.R.F. Restrição alimentar em frangos de corte: como explorar suas potencialidades. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 4p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 250).

- RUI, B.R.; ANGRIMANI, D.S.R.; SILVA, M.A.A. Pontos críticos no manejo pré-abate de frango de corte: jejum, captura, carregamento, transporte e tempo de espera no abatedouro. **Ciência Rural**, v. 41, n. 7, p. 1290–1296, 2011.
- SAS INSTITUTE INC. 1988. SAS/STAT® User's Guide. 1988 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- SCHETTINO, D.N.; CANÇADO, S.V.; BAIÃO, N.C. et al. Efeito do período de jejum pré-abate sobre o rendimento de carcaça de frango de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, p. 918–924, 2006.
- SILVA, I.J.O.; BARBOSA FILHO, J.A.D; SILVA, M.A.N. et al. Influence of breeding systems on behavior of two lineages of laying hens exposed to two environmental conditions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, 2006.
- SILVA, J.; SIMÕES, G.; ROSSA, A. et al. Manejo pré-abate de transporte e banho sobre a incidência de mortalidade de frangos de corte. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 795–800, 2011.
- SIMÕES, G.S.; OBA, A.; MATSUO, T. et al. Vehicle Thermal Microclimate Evaluation during Brazilian Summer Broiler Transport and the Occurrence of PSE (Pale , Soft , Exudative) Meat. **Brazilian Archive of Biology and Technology**, v. 52, n. esp., p. 195–204, 2009.
- SOWINSKA, J.; WÓJCIK, A.; POMIANOWSKI, J.F. et al. Effects of diferent variants of pre-slaughter transport on body weight loss and meat qaulity in broiler chickens. **Medycyna Weterynaryjna**, v. 69, n. 7, p. 420-423, 2013.
- SPURIO, R.S.; SOARES, A.L.; CARVALHO, R. H. et al. Improving transport container design to reduce broiler chicken PSE (pale, soft, exudative) meat in Brazil. **Animal Science Journal**, v. 87, n. 2, p. 277-283, 2016.
- VECEREK, V.; GRBALOVA, S.; VOŠLAROVA, E. et al. Effects of travel distance and the season of the year on death rates of broilers transported to poultry processing plants. **Poultry science**, v. 85, n. 11, p. 1881–1884, 2006.
- VIEIRA, F.M.C.; SILVA, I.J.O.; BARBOSA FILHO, J.A D. et al. Productive losses on broiler preslaughter operations: effects of the distance from farms to abattoirs and of lairage time in a climatized holding area. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 11, p. 2471–2476, 2010.
- VOŠLAROVA, E.; JANACKOVA, B.; VITULA, F. et al. Effects of transport distance and the season of the year on death rates among hens and roosters in transport to poultry processing plants in the Czech Republic in the period from 1997 to 2004. **Veterinarni Medicina**, v. 52, n. 6, p. 262–266, 2007.
- VOSMEROVA, P.; CHLOUPEK, J.; BEDANOVA, I. et al. Changes in selected biochemical indices related to transport of broilers to slaughterhouse under different ambient temperatures. **Poultry Science**, v. 89, n. 12, p. 2719–2725, 2010.
- WEEKS, C.A. Poultry handling and transport. In: GRANDIN, T. (Ed.) **Livestock handling and transport**. 4ed. Colorado: Cabi, p. 174-192, 2014.

CAPÍTULO 3

TRANSPORTE DE FRANGOS DE CORTE: EFEITO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DA CARNE

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o microclima de caixas de transporte em carregamentos comerciais de frangos de corte submetidos a diferentes distâncias nos períodos chuvoso e seco e seus efeitos sobre a qualidade da carne. Foram monitorados 12 carregamentos de frangos de corte, num total de 24 caixas por carregamento, utilizando-se *dataloggers* para registro da temperatura e umidade do ar. O experimento obedeceu a um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 48 tratamentos, dispostos em um esquema fatorial 2 (períodos: seco e chuvoso) x 2 (distâncias: perto e longe) x 12 (posições), com três repetições por grupo experimental. No período chuvoso, a distância percorrida pelas aves durante o transporte, determinou alterações significativas na qualidade da carne. Assim, para distâncias mais longas foi registrado o maior índice de entalpia de conforto (IEC), sugerindo uma tendência à produção de carnes do tipo “DFD” e com menores perdas de água pós-cocção. O período seco, que apresentou menor valor de IEC durante o transporte, foi melhor em termos de conforto para as aves dadas as condições climáticas. Os frangos transportados e abatidos nesse período apresentaram carnes com valores de pH e L* (luminosidade) classificados como “normais” e com maiores perdas de água por cocção (PPC) e exsudação. Os fatores período e distância não determinaram significativas alterações na maciez/textura das carnes avaliadas. Também não se observou efeito do posicionamento das caixas ao longo da carga, durante o transporte, sobre as variáveis que conferem características de qualidade às carnes: pH, L*, PPC e FC. Esse resultado ressalta que os fatores distância percorrida e o período do ano exerceram mais influência sobre a qualidade da carne de frangos de corte do que a própria localização das caixas no caminhão.

Palavras-chave: Desvios de qualidade, microclima, perda de água, textura

ABSTRACT

The goal of this research was to evaluate the microclimate of commercial loads of broiler chickens at different distances in the summer and winter seasons and their effects on meat quality. It was monitored 12 broiler loads, a total of 24 crates per load, using data loggers to record temperature and humidity. The experiment followed a completely randomized design with 48 treatments in a factorial scheme (2 periods: summer and winter) x 2 (distances: near and far) x 12 (positions), with three replicates per experimental group. In the summer, the transport distance determined significant alterations in meat quality. For longer distances, it was recorded the highest comfort enthalpy comfort index (ECI), suggesting a tendency of meat "DFD-like" and with lower cooking losses. In the winter was recorded the lowest ECI during the transport. Broiler chickens transported and slaughtered in the winter period had meat pH and L* (lightness) classified as "normal", however, with higher water cooking losses (WCL). For the shear force (SF), the seasons and distances factors determined no significant changes in tenderness of the evaluated meat. Regarding the crates positioning in the load, no effect was observed during transport on those variables that given meat quality characteristics: pH, L *, WCL and SF. This result points out that the factors distance and the year seasons are more influence on the broilers meat quality than the position of the crates in the truck.

Keywords: Meat quality, microenvironment, texture, water cook loss

1. INTRODUÇÃO

O manejo pré-abate de frangos de corte é responsável por expressivas perdas econômicas para a indústria avícola, sendo o transporte considerado uma etapa de muito impacto para o bem-estar (Mitchell & Kettlewell, 1998; Weeks, 2014) e, conseqüentemente, para a qualidade da carne. Durante o transporte, as aves são expostas a diversos fatores de estresse, e dentre esses, o microclima no interior da carga pode comprometer o conforto térmico, resultando em diminuições da qualidade e do rendimento das carcaças, com visíveis alterações do produto final.

É na apanha das aves que se inicia o estresse, passando pelo transporte, perdurando até a eletronarcolese/eletrocussão das aves momentos antes do abate. Concomitantemente ao estresse oriundo do manejo, os fatores climáticos do ambiente associados à distância entre as granjas e o abatedouro podem determinar condições desfavoráveis durante o transporte de frangos de corte (Warriss et al., 1992; Warriss et al., 2005). Quando expostas a estas condições, altas temperaturas e umidade relativa, em transporte de longa distâncias, as aves apresentam dificuldade com as trocas de calor com o ambiente, por serem sensíveis a essas condições ambientais, implicando em perdas de rendimento já na linha de abate.

Em situação de estresse, a reserva metabólica de glicogênio do músculo tende a ser consumida, promovendo mudanças significativas do pH final da carne. A intensidade e a duração do estresse conferem à carne características definidas como: PSE (pálida, mole e exsudativa) e DFD

(firme, seca e escura). Sabe-se que o estresse em um curto período pré-abate resulta em carnes PSE, por outro lado, longos períodos de estresse originam carnes DFD (Adzitey & Nurul, 2011).

Alterações no pH *post-mortem* também resultam em modificações estruturais das fibras musculares, influenciando a capacidade de retenção de água e maciez da carne. Resultado de uma condição de estresse, carnes PSE, em razão da desnaturação das proteínas, apresentando-se com maior exsudato e inferior textura, sendo um problema tanto para a comercialização *in natura* como para a elaboração de embutidos (Lesiów & Kijowski, 2003). Em contrapartida, carnes DFD possuem aparência seca, pois a água no interior do músculo fica fortemente aderida às proteínas, não a deixando escorrer para a superfície da carne (Swatland, 1995).

A coloração da carne, quando possível, é perceptível ainda nas gôndolas dos supermercados, dessa forma, os consumidores detectam determinadas alterações e rejeitam os produtos (Droval et al., 2012). Entretanto, somente após preparo e cozimento, outras características serão testadas como a perda de água no cozimento e a maciez. A textura da carne está relacionada à quantidade de água intramuscular e, portanto, à capacidade de retenção de água da mesma, de modo que quanto maior o conteúdo de água fixada no músculo, maior a sua maciez (Silva et al., 2011).

A demanda dos consumidores por melhor padronização dos produtos define uma tendência de produção nas indústrias avícolas, que para atender tais exigências devem preconizar adequadas práticas de manejo pré-abate que assegurem o bem-estar animal, com foco na qualidade e segurança dos alimentos. Nesse contexto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito do transporte durante os períodos chuvoso e seco, realizados em duas diferentes distâncias, longe e perto, bem como o efeito da posição das caixas contendo as aves na área da carroceria do caminhão sobre as características que conferem qualidade à carne de frangos de corte.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Distrito Federal, 15.7939° S, 47.8828° W (Sistema de Coordenadas Geográficas – Lat/Long – Datum WGS84), com altitude média de 1.130 m, clima tropical de altitude do tipo Aw de acordo com a classificação de Köppen-Geiger e apresenta invernos secos e verões quentes e úmidos. A temperatura média anual é de 22°C e a umidade relativa varia de 20% a 75%.

Todos os procedimentos experimentais utilizados nesta pesquisa foram previamente aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais, do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília – UnB, conforme protocolo UnB Doc nº 130177/2015 (Anexo A).

2.1. Período Experimental e Animais

O período de coleta de dados abrangeu duas estações do ano: seca e chuvosa. A coleta do período de inverno, marcado pela ausência ou menor frequência de chuvas, consequentemente denominado de período seco foi realizada entre os meses de julho a setembro de 2014. A coleta do período de verão, caracterizado pela elevada ocorrência de chuvas, e assim denominado de período chuvoso foi executada de novembro de 2014 a janeiro de 2015.

Os lotes de aves da linhagem Cobb[®], com idade média de abate de 48 dias e peso médio de 2,895 kg, foram constituídos por frangos machos, fêmeas ou misto, criados em galpões comerciais recebendo água e ração farelada balanceada, à base de milho e farelo de soja, *ad libitum*. As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja atendendo as exigências. O programa de luz utilizado foi de 24 horas de luz no primeiro dia e de 23 horas a partir do segundo dia.

2.2. Procedimentos Experimentais

Foram monitorados e acompanhados um total de 12 carregamentos, desde apanha até o momento do desembarque das aves para o abate, nas condições comumente utilizadas de manejo e transporte pela empresa. Os carregamentos foram acompanhados durante o período diurno, quando normalmente se observa aumento progressivo da temperatura ambiente. Assim, esse período é considerado crítico para o transporte de cargas vivas, principalmente frangos de corte, mais sensíveis à alta temperatura.

Os carregamentos também foram estudados considerando a localização das granjas (integrados), e classificados em perto, para distância de percurso entre a granja e o abatedouro de 15 km, e longe, para o trajeto de 90 km. A classificação em relação à distância das granjas foi feita a partir do mapa de localização das granjas integradoras, fornecido pela empresa, com auxílio do software livre de informação geográfica Quantum GIS 1.7.4[®] (Nanni et al., 2012).

O método de apanha utilizado nesta pesquisa foi pelo dorso, ou método japonês, conhecido e praticado pela equipe de apanha. A mesma equipe de profissionais foi utilizada na apanha das aves em todas as repetições do experimento. As aves foram transportadas em caixas medindo 73,5 x 53,0 x 21,0 cm (comprimento x largura x altura).

No abatedouro, os caminhões foram estacionados em boxes de espera climatizados com ventiladores e nebulizadores.

2.2.1. Avaliação das variáveis climáticas

Os dados climáticos ambientais, temperatura e umidade relativa do ar, para o dia de cada coleta foram obtidos de registros de estações meteorológicas localizadas na cidade de Brasília – DF, disponibilizado *on line* pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, são estes: temperaturas do bulbo seco, umidade relativa e pressão barométrica (INMET, 2015).

2.2.2. Avaliação do microclima da carga

Foram monitorados 12 caminhões de transporte de aves compostos por quatro fileiras, com 13 caixas na horizontal e 10 caixas na vertical, totalizando 520 caixas por caminhão. Para avaliação do ambiente microclimático da carga, foram monitoradas 24 caixas de transporte de aves, previamente identificadas, onde foram fixados com lacre *data loggers* da marca Akso® (AK174, Akso®, São Leopoldo, RS, Brasil). Os *data loggers* registraram e armazenaram informações de temperatura e umidade relativa no interior das caixas, a cada 5 minutos, durante o período de transporte.

2.2.2.1. Distribuição dos *data loggers* na carga

A distribuição dos *data loggers* foi fixa e abrangeu toda a extensão da carga (Fig. 3.1). Os *data loggers* foram distribuídos de modo que se realizando três cortes transversais ao longo da carroceria do caminhão tem-se os seguintes segmentos: dianteira, meio e traseira, de modo que cada segmento tenha igualmente 8 *data loggers*. Da mesma forma, efetuando-se um corte longitudinal, dividindo a carroceria em duas partes, superior e inferior, cada parte possui 12 *data loggers*.

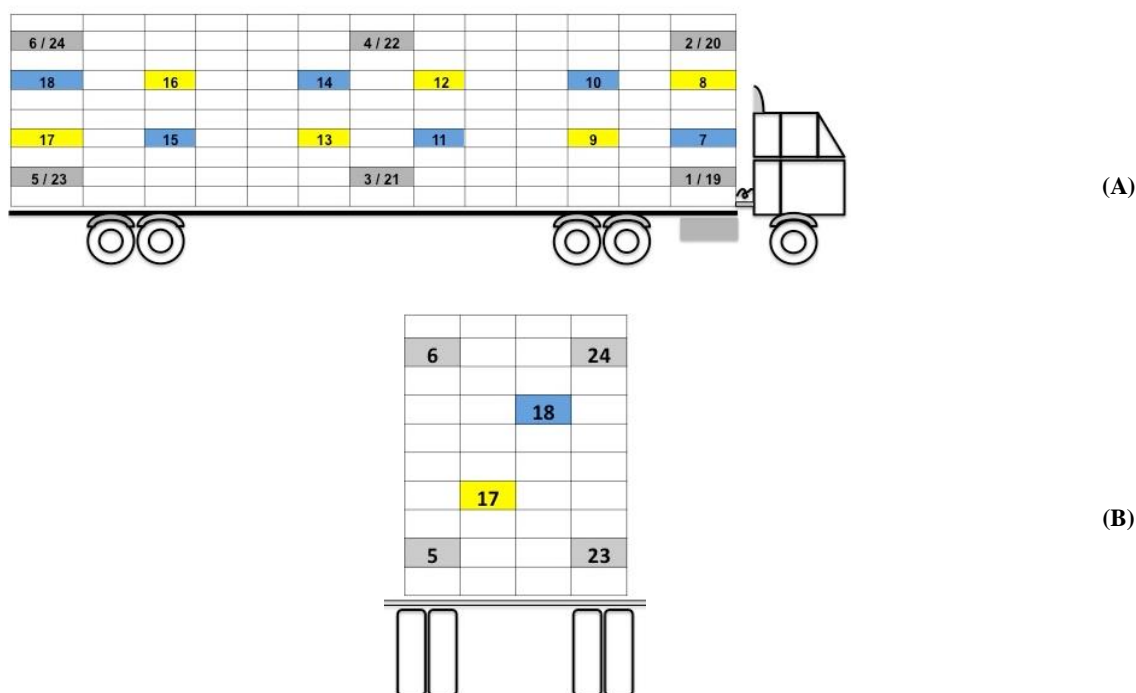


Figura 3. 1 - (A) Disposição dos 24 *data loggers* ao longo da carga. (B) Vista traseira, destaque para as fileiras do centro. Legenda de cores: **Cinza**: extremidades direita e esquerda; **Azul**: fileira meio direita e **Amarela**: fileira meio esquerda. Fonte: Adaptado de Barbosa Filho, 2009.

2.2.2.2. Índice de entalpia de conforto

O índice de entalpia de conforto (IEC) utiliza em sua fórmula informações sobre a temperatura e umidade relativa de um determinado ambiente. Esses dados foram obtidos dos registros dos *data loggers* fixados em 24 caixas de transporte. Reformulada por Rodrigues et al. (2011), a fórmula passou também a considerar a pressão barométrica local no cálculo do IEC (Eq. 3.1). Assim, a pressão barométrica média para a cidade de Brasília mensurada, durante esta pesquisa, foi de 890 mmHg.

Os valores de IEC foram classificados em quatro diferentes zonas, a saber: zona de conforto (35,0 – 48,0 kJ/kg), zona de alerta (48,1 – 57,6 kJ/kg), zona crítica (57,7 – 66,1 kJ/kg) e zona letal (66,2 – 90,6 kJ/kg). As faixas de IEC indicam a condição de um determinado ambiente para frangos de corte a partir da 6ª semana de idade, conforme metodologia descrita por Queiroz et al. (2012).

$$h = 1,006.t + \frac{UR}{p_b} . 10^{(7,5.t/237,3+t)}. (71,28+0,052.t), \text{ onde:}$$

h = Índice de entalpia (kJ/Kg de ar seco);

t = Temperatura do bulbo seco (°C);

UR = Umidade relativa (%);

p_b = Pressão barométrica local (mmHg).

Equação 3. 1 - Equação do índice de entalpia de conforto (kJ/kg). Fonte: Adaptada por Rodrigues et al. (2011).

2.2.3. Avaliação das características da carne

2.2.3.1. Amostras de carne

Para obtenção das amostras de carne foram utilizadas 24 aves por carregamento (uma ave por caixa de transporte), previamente identificadas com lacres plásticos. Após a pendura, os frangos foram parcialmente imersos em cuba de insensibilização elétrica (eletronarcolese), sangrados e posteriormente depenados e eviscerados. Já na linha de abate, as carcaças identificadas foram separadas e penduradas em nória paralela, onde procedeu a desossa dos peitos, o total de amostras obtidas foi de 24 peitos por carregamento.

As carcaças identificadas foram retiradas do fluxo normal da linha de abate antes da hidratação e resfriamento no *chiller* (Fig. 3.2). Esse cuidado foi tomado para que não houvesse nem absorção de água tampouco redução da temperatura do músculo, o que alteraria as análises seguintes. O abate dos frangos foi realizado nas dependências do abatedouro Bom Gosto, localizado em Brazlândia, Brasília – DF, sob fiscalização do Serviço de Inspeção Federal (SIF) nº 2773, conforme Portaria nº 210, de 10 de novembro de 1998 (Brasil, 1998) e Instrução Normativa (IN) nº 3, de 17 de janeiro de 2000 (Brasil, 2000).



Figura 3. 2 - Carcaças com lacres de identificação penduradas em nória paralela. Fonte: Arquivo pessoal

2.2.3.2. Mensuração do pH (inicial e final) e teste de coloração

No tempo máximo de 15 minutos *post mortem*, foram medidos e registrados os valores de pH inicial e temperatura do músculo, com auxílio do aparelho Testo[®] (206 – pH 2, Testo[®], Alemanha) de 24 amostras de peito por carregamento (Fig. 3.3). O eletrodo foi inserido diretamente na carne, na região crânio-ventral do músculo *Pectoralis major*, conforme procedimento recomendado por Olivo et al. (2001).

Após análise do pH e temperatura, as amostras foram embaladas em sacos plásticos Ziploc[®], identificadas e acondicionadas em isopor com gelo e transportadas para uma câmara fria, mantidas sob refrigeração a 4°C, no Laboratório de Microbiologia de Alimentos (LAMAL), pertencente à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV), da Universidade de Brasília.

No tempo de 24 horas após o abate, foi realizada medição dos valores de pH final e temperatura após refrigeração. Os valores de pH e temperatura foram obtidos em triplicata, ou seja, em três diferentes pontos do músculo do peito.



Figura 3. 3 - Medição do pH inicial e temperatura do músculo no abatedouro. Fonte: Arquivo pessoal

Nesse mesmo momento, o teste de coloração foi realizado para as 24 amostras de peito por carregamento, em triplicata, com auxílio do colorímetro marca Konica – Minolta® (Modelo Chroma Meter CR – 400), registrando-se os valores de luminosidade (L^*), a^* e b^* pelo sistema CIE $L^* a^* b^*$. Os dados foram obtidos até 24 horas *post-mortem* do músculo do peito (*Pectoralis major*) resfriado e os cortes classificados em: normal – pH: 5,70 a 6,00 e L^* : 44,0 a 53,0; DFD (carne escura, firme e seca) – pH > 6,00 e L^* < 44,0 ou PSE (carne pálida, flácida e exudativa) – pH < 5,79 e L^* > 53,0, conforme descrição proposta por Qiao et al. (2001) e Oda et al. (2003).

2.2.3.3. Mensuração das perdas de água da carne

As amostras para mensuração das perdas de água da carne foram obtidas por meio de cortes em forma de retângulo, medindo aproximadamente 2,5x2,5x5,0 cm (Fig. 3.4), de 24 amostras do músculo *Pectoralis major*, em duplicata, um total de 48 amostras por carregamento. Os músculos do peito foram mantidos refrigerados com temperatura interna variando de 2 a 5°C até o momento do corte das amostras.



Figura 3. 4 - Preparação das amostras de carne, amostras cruas. Fonte: Arquivo pessoal

Após obtenção das amostras, procedeu-se a identificação e pesagem das bandejas de alumínio sem amostra. Posteriormente, as bandejas foram pesadas com as amostras dentro. Para determinação das perdas de água, as amostras foram assadas em forno elétrico, tendo sua temperatura interna controlada com auxílio de um termômetro do tipo Termopar da marca Testo® (926, Testo®, Alemanha). O termômetro foi utilizado para medição e controle da temperatura

durante o processo de cocção. Para isso, a sonda do termômetro foi inserida em uma amostra de peso médio colocada intencionalmente no centro do forno.

Quando essa amostra atingiu a temperatura interna de 40°C, todas as demais foram reviradas colocando-se o lado superior com coloração esbranquiçada para baixo. Na temperatura de 70 °C, as bandejas foram retiradas do forno e novamente pesadas, e assim por diferença de peso obteve-se a perda por cocção (PPC). Em seguida, as amostras foram embaladas, identificadas e refrigeradas, para posterior mensuração da maciez. Cada bandeja de alumínio, sem amostra, foi novamente pesada, registrando-se o peso do exsudato. Para avaliação da perda por exsudação, descontou-se do peso do exsudato o peso inicial das bandejas sem amostra.

As perdas por cocção e exsudação foram expressas em percentual (%). Os cálculos foram realizados com base no peso inicial de cada amostra, ou seja, antes de ir ao forno.

2.2.3.4. Teste de maciez

A maciez da carne foi determinada por intermédio da força de cisalhamento (*shear force*). Para mensuração da maciez utilizaram-se as mesmas amostras utilizadas na mensuração das perdas de água do músculo (48 amostras por carregamento). Dessa forma, foram removidas de cada cubo de carne três amostras cilíndricas de 1,27 cm de diâmetro, por meio de um amostrador de aço inox previamente afiado, inserido na amostra de carne paralelamente à orientação das fibras musculares (Fig. 3.5).

As amostras foram cisalhadas perpendicularmente à orientação das fibras musculares (Fig. 3.6), utilizando-se lâmina de corte em V, com angulação de 60° e espessura de 1,016 mm e velocidade fixa de 20 cm/min, acoplada ao texturômetro Warner-Bratzler® (G-R Electrical Manufacturing Company, Manhattan – KS, USA), conforme metodologia descrita por Froning & Uijttenboogaart (1988). Os resultados da força de cisalhamento foram apresentados em quilograma-força (Kgf/cm²).



Figura 3. 5 - Amostrador de aço inox e amostras cilíndricas. Fonte: Arquivo pessoal



Figura 3. 6 -Texturômetro, equipamento para realização do teste de maciez. Fonte: Arquivo pessoal

2.3. Delineamento Experimental

O experimento obedeceu a um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 48 tratamentos, dispostos em um esquema fatorial 2 (períodos: seco e chuvoso) x 2 (distâncias: perto e longe) x 12 (posições: referem-se às combinações entre segmentos, partes e regiões da carga), com três repetições por grupo experimental.

Os cortes transversais na carroceria do caminhão determinam os segmentos dianteira, meio e traseira (Fig. 3.7). Já o corte longitudinal divide a carga em duas partes: superior e inferior.

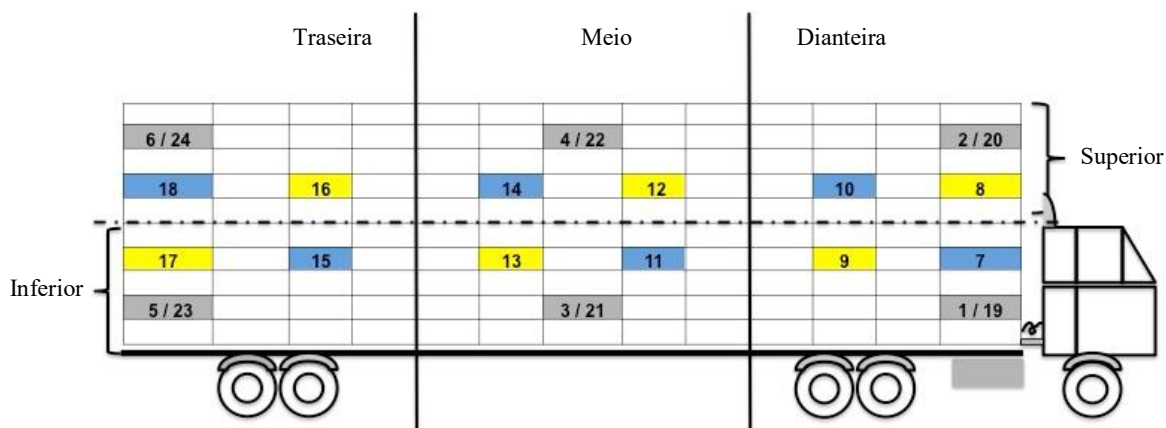


Figura 3. 7 - Cortes transversais: segmentos dianteira, meio e traseira e corte longitudinal: partes superior e inferior. (Legenda de cores: Cinza: extremidades direita e esquerda; Azul: fileira meio esquerda e Amarela: fileira meio direita). Fonte: Adaptado de Barbosa Filho, 2009.

A Fig. 3.8 ilustra as porções lateral e interna. Os retângulos destacam as fileiras do meio da carroceria, sendo denominada de região interna. Como exemplo, as caixas sete (azul) e nove (amarela) estão localizadas nas fileiras meio direita e meio esquerda, respectivamente. Portanto, ambas as caixas se encontram no segmento dianteira, parte inferior e porção interna. Já a Fig. 3.9 mostra vista traseira da carroceria com destaque para as caixas posicionadas nas extremidades esquerda e direita da carga. Como exemplo, as caixas 5 e 25, ambas na cor cinza, encontram-se no segmento traseira, parte inferior e região lateral, enquanto as caixas 6 e 26 diferem apenas por localizarem-se na parte superior.

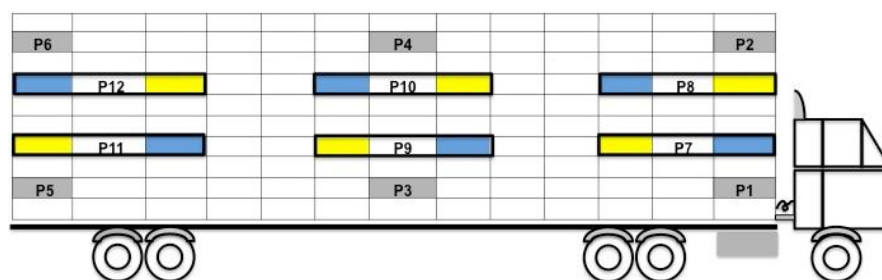


Figura 3. 8 - Destaque para as caixas região interna da carroceria. Fonte: Adaptado de Barbosa Filho, 2009.

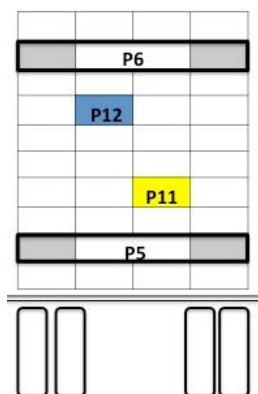


Figura 3. 9 - Vista traseira, destaque às caixas das fileiras laterais. Fonte: Adaptado de Barbosa Filho, 2009.

As 12 combinações para o fator posição encontram-se listadas no Quadro 3.1.

Quadro 3. 1 - Descrição dos fatores posição em função dos diferentes segmentos, partes e região da carroceria do caminhão

Posições	Caixas	Segmentos	Partes	Região
P1	1 - 19	Dianteira	Inferior	Lateral
P2	2 - 20	Dianteira	Superior	Lateral
P3	3 - 21	Meio	Inferior	Lateral
P4	4 - 22	Meio	Superior	Lateral
P5	5 - 23	Traseira	Inferior	Lateral
P6	6 - 24	Traseira	Superior	Lateral
P7	7 - 9	Dianteira	Inferior	Interna
P8	8 - 10	Dianteira	Superior	Interna
P9	11 - 13	Meio	Inferior	Interna
P10	12 - 14	Meio	Superior	Interna
P11	15 - 17	Traseira	Inferior	Interna
P12	16 - 18	Traseira	Superior	Interna

O Quadro 3.2 mostra a composição dos 48 grupos experimentais em função das combinações entre fatores períodos, distâncias e posições.

Quadro 3. 2 - Composição dos grupos experimentais (G) em função dos fatores períodos do ano, distância percorrida e posições na carroceria

Período do ano	Distância	Posição (P)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Chuvoso	Longe	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12
Chuvoso	Perto	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19	G20	G21	G22	G23	G24
Seco	Longe	G25	G26	G27	G28	G29	G30	G31	G32	G33	G34	G35	G36
Seco	Perto	G37	G38	G39	G40	G41	G42	G43	G44	G45	G46	G47	G48

2.3.1. Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o procedimento Proc GLM do programa estatístico SAS[®] (v.9.3, Cary, North Carolina, USA) com posterior comparação das médias pelo teste de Tukey, em nível de significância de 5%.

O modelo estatístico adotado para as análises foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + \delta_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

- Y_{ijkl} = variável resposta;
- μ = média geral;
- α_i = efeito do i-ésimo período;
- β_j = efeito da j-ésima distância;
- γ_k = efeito da j-ésima posição;
- δ_{ijk} = efeito da interação período x distância x posição;
- ε_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação ijkl.

i = chuvoso; seco.

j = perto; longe.

k = posição (1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12).

l = repetição (1; 2; 3).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias temperatura e umidade relativa do ar observadas para o período chuvoso foram de 25,2°C e 67,0% e para o período seco de 19°C e 44,2%, respectivamente. Esses dados ratificam que o experimento foi realizado nas estações do ano especificadas na descrição metodológica, ou seja, nas condições meteorológicas usualmente observadas para cada período. Os carregamentos percorreram em média 15 km (distância perto) e 90 km (distância longe).

3.1. Índice de Entalpia de Conforto (IEC)

A interação ($P < 0,01$) entre os fatores período e distância mostrou que o índice de entalpia de conforto (IEC) para o período chuvoso foi significativamente maior para os carregamentos da distância longe (70,6 kJ/kg), Tab. 3.1. Para o período seco, notou-se maior IEC para carregamentos que percorreram a distância perto (50,5 kJ/kg). Analisando o efeito da distância dentro do fator período, observaram-se ainda maiores IEC para as distâncias longe (70,6 kJ/kg) e perto (57,9 kJ/kg), ambas percorridas no período chuvoso.

Tabela 3. 1 - Interação dos fatores posição e distância sobre o índice de entalpia de conforto (kJ/kg), durante o transporte*

Período	Distâncias		Médias
	Longe	Perto	
Chuvoso	70,6 ± 6,5 Aa	57,9 ± 9,7 Ab	64,3
Seco	46,9 ± 4,5 Ba	50,5 ± 4,5 Bb	48,7
Médias	58,7	54,2	

* $P < 0,01$. CV = 12,47%.

^a Médias na linha com letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente ($P > 0,05$).

^A Médias na coluna com letras maiúsculas iguais não diferem estatisticamente ($P > 0,05$).

O IEC indica o grau de conforto fornecido ao animal em um determinado ambiente de criação. Seguindo a classificação proposta por Queiroz et al. (2012), o IEC da interação período chuvoso e distância longe (70,6 kJ/kg) foi considerado zona letal, ultrapassando os limites da zona de conforto para frangos de corte acima de seis semana de idade. No mesmo período, a distância perto obteve IEC de 57,9 kJ/kg, e, portanto, classificado na zona crítica. Para o período seco, o IEC calculado para a distância longe (46,9 kJ/kg) e para a perto (50,5 kJ/kg), encontrando-se na zona de conforto e na zona de alerta, respectivamente.

Assim, infere-se que os transportes realizados no período chuvoso e em longas distâncias (90 km) foram mais críticos, em termos de conforto, em função do alto IEC (70,6 kJ/kg). Elevadas temperatura (31,1°C) e umidade do ar (65,4%) mensuradas no interior da carga colaboraram para o aumento do IEC. A maior atividade respiratória das aves, na tentativa de perda de calor para o ambiente, possivelmente, contribuiu para o aumento da temperatura e da umidade no interior dos carregamentos. Sabe-se que a zona de conforto de frangos de corte, a partir da 6ª semana de idade, varia de 21 a 23°C e de 60 a 70 % de umidade (Furlan & Macari, 2002). Em ambiente adverso, a troca térmica das aves via ofegação fica prejudicada, resultando em estresse por calor.

Em contrapartida, para o período seco e distância longe (46,9 kJ/kg) foi observado melhor IEC do que para a distância perto (50,5 kJ/kg). A umidade relativa (44,25%) no período pode ter favorecido a troca de calor das aves com o ambiente. Quando associado à maior distância percorrida, o vento pode auxiliar a dissipação do calor no interior da carga para o ambiente, possibilitando que os animais cheguem ao frigorífico em melhores condições (Pérez et al., 2002). Em contrapartida, o transporte em curtas distâncias pode não ser suficiente para diminuição da temperatura corporal das aves, e gradual retorno à homeostase (Vosmerova et al., 2010).

O aumento da temperatura corporal das aves é provocado pelo manejo da apanha e posterior empilhamento das caixas na carroceria do caminhão (Queiroz et al., 2015), perdurando no transporte. Acionar os equipamentos de controle sobre a ambiência dos galpões poderá facilitar a perda de calor das aves, durante a apanha e inserção nas caixas, diminuindo a ofegação e, por conseguinte, a temperatura corporal antes do transporte.

3.2. Características da Carne

Não houve efeito da posição das caixas no caminhão sobre as variáveis mensuradas para avaliação das características da carne. Todavia, alguns estudos relatam correlações significativas entre regiões na carroceria de maior desconforto térmico com a incidência de algum dos desvios de qualidade da carne. Assim, Langer et al. (2010), analisando efeito do microambiente sobre a ocorrência de carnes PSE (pálida, mole e exsudativa) e DFD (seca, firme e escura) em frangos de corte, observaram que a traseira do veículo, região de maiores temperatura e umidade relativa, resultou em maior percentual de carnes PSE diminuindo sua incidência do meio para a dianteira da carga.

O pH inicial do músculo *Pectoralis major* de frangos de corte, obtido no tempo máximo de 15 minutos após o abate das aves, no período seco (6,72) foi estatisticamente diferente daquele mensurado no período chuvoso (6,64), Tab. 3.2.

O mesmo foi observado para distâncias, sendo maior na distância perto (6,71) do que na longe (6,66). Ainda diante de uma ligeira diferença numérica, essas médias encontram-se próximas ao pH fisiológico – 7,0 (Lawrie, 1998) e assim consideradas normais para o tecido muscular de frangos de corte após o abate.

Tabela 3. 2 – Médias de pH inicial, pH final, luminosidade (L*), a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo) do músculo *Pectoralis major* de frangos de corte para os fatores período e distância

Fatores	pH inicial	pH final	L*	a*	b*
Período	*	Int	Int	Int	NS
Chuvoso	6,64 ± 0,13 B	6,01	43,89	2,98	3,17 ± 1,46 A
Seco	6,72 ± 0,19 A	5,93	43,70	2,07	3,20 ± 1,39 A
Distância	**	Int	Int	Int	*
Longe	6,66 ± 0,17 B	6,02	43,56	2,83	2,90 ± 1,65 B
Perto	6,71 ± 0,16 A	5,92	44,03	2,22	3,47 ± 1,09 A
CV%	2,44	2,69	6,23	46,61	43,22

* $P < 0,01$, ** $P < 0,05$.

Int Interação dos fatores período*distância.

^ Médias na coluna com letras maiúsculas iguais não diferem estatisticamente ($P > 0,05$).

A interação ($P < 0,01$) entre os fatores período e distância sobre os valores de pH final (24 horas *post-mortem*) da carne de frango mostrou que no período chuvoso o maior pH final (6,08) foi observado para a distância longe, em comparação com o mensurado para a distância perto (5,94), Tab. 3.3. Para o período seco, não houve diferença estatística entre as distâncias, cuja média foi de 5,93.

Tabela 3. 3 - Interação dos fatores período e distância sobre os valores médios de pH final (24 horas *post-mortem*) do músculo *Pectoralis major* de frangos de corte*

Período	Distâncias		Médias
	Longe	Perto	
Chuvoso	6,08 ± 0,20 aA	5,94 ± 0,14 bA	6,01
Seco	5,95 ± 0,14 aB	5,91 ± 0,14 aA	5,93
Médias	6,02	5,92	

* $P < 0,01$. CV= 2,69%.^ Médias na linha com letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente ($P > 0,05$).^ Médias na coluna com letras maiúsculas iguais não diferem estatisticamente ($P > 0,05$).

Na análise da interação ($P = 0,01$) entre os fatores período e distância sobre a luminosidade (L*), notou-se diferença entre as médias das distâncias para o período chuvoso, sendo maior na distância perto (44,37) do que na longe (43,40), Tab. 3.4. Para o período seco, não houve diferença significativa, para as médias de L*, entre as distâncias (43,70). Os caminhões que

percorreram longas distâncias apresentaram valores de L* estatisticamente iguais entre os períodos. Para a menor distância, o maior valor de L* foi para o período chuvoso (44,37) em comparação ao período seco (43,68).

Tabela 3. 4 - Interação dos fatores período e distância sobre os valores médios de luminosidade (L*) do músculo *Pectoralis major* de frangos de corte*

Período	Distâncias		Médias
	Longe	Perto	
Chuvoso	43,40 ± 2,27 bA	44,37 ± 2,51 aA	43,89
Seco	43,73 ± 3,04 aA	43,68 ± 2,71 aB	43,70
Médias	43,56	44,03	

* $P=0,01$. CV= 6,23%.

^aMédias na linha com letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente ($P>0,05$).

^AMédias na coluna com letras maiúsculas iguais não diferem estatisticamente ($P>0,05$).

Na interação período chuvoso e distância longe, os valores de pH e L* foram de 6,08 (Tab. 3.3) e 43,40 (Tab. 3.4), respectivamente. Esses resultados classificam a carne em “DFD”, assim, frangos de corte transportados nessas condições apresentaram tendência de carnes de peito com características firme, seca e escura, conforme classificação proposta por Qiao et al. (2001) e Oda et al. (2003). Em contrapartida, quando transportados em curtas distâncias, para o mesmo período do ano, apresentaram pH (5,94) e L* (44,37) característicos de carne “normal”.

Pode-se inferir, com base nesses resultados, que a distância de transporte exerceu papel importante sobre a qualidade final, determinando alterações significativas no músculo do peito de frangos de corte, revelando uma tendência à obtenção de carnes com características do tipo “DFD” na combinação de período chuvoso com distância longe.

A carne DFD está associada a um longo período de estresse antes do abate. Esse estresse pode ocorrer durante o manejo da apanha, empilhamento das caixas na carroceria, perdurando por todo o transporte (Ristic & Damme et al., 2003). Nesta situação experimental, período chuvoso e distância longe, as aves foram expostas a condições de maiores temperaturas e umidade relativa do ambiente, dificultando a perda de calor por evaporação. O gasto energético com a ofegação reduz a reserva muscular de glicogênio, agravando-se quando as aves percorrem maiores distâncias, considerando que a temperatura e umidade do ar no interior da carga tendem também a aumentar em função do calor metabólico resultante da respiração. A consequência, após o abate, é o aumento do pH do músculo em razão da falta de energia para a produção do ácido láctico, resultando em carnes “DFD” (Scheffler et al. 2011, Barbut, 2014).

Em função da coloração, o desvio de qualidade “DFD” confere à carne aspecto repugnante, e em alguns casos, motivo de condenação nos frigoríficos (Brasil, 1998). Quando comercializadas, são evitadas pelos consumidores (Rosa et al., 2016), que preferem carnes com aparência natural, as mesmas que apresentam resultados de pH e cor nos parâmetros normais de classificação (Viljoen et al., 2002). Além disso, as alterações bioquímicas dessa carne podem oferecer risco à saúde humana. O elevado pH final favorece o desenvolvimento de bactérias na carne, reduzindo seu tempo de prateleira e a segurança do alimento. Por serem microbiologicamente instáveis, esse tipo de carne deve ser rapidamente submetida a um tratamento térmico e utilizada para elaboração de co-produtos na indústria (Lesiów & Kijowski (2003).

Na interação período seco e distância longe, observou-se pH final igual a 5,95 (Tab. 3.3) e L^* de 43,73 (Tab. 3.4). Para a distância perto, no mesmo período, os valores foram de 5,91 e 43,68, respectivamente. Logo, frangos de corte transportados no período seco e em ambas as distâncias avaliadas apresentaram carne no padrão “normal”. Os valores de pH encontram-se dentro do limite de classificação normal (5,70 a 6,00) e os valores de L^* são numericamente próximos ao limite inferior (44,0) para a mesma categorização. Dessa forma, pode-se inferir que o transporte de frangos de corte no período seco, em ambas as distâncias, foi menos crítico em termos de alteração das variáveis (pH e L^*) que conferem qualidade à carne.

É válido destacar que os limites para detecção de alterações em músculos de peito de frangos de corte ainda não se encontram bem estabelecidos, segundo Qiao et al. (2001). Assim, esses autores apontam que o valor de L^* pode ser considerado um bom indicador para classificação dos desvios de qualidade da carne. Nesta pesquisa foi detectada correlação negativa ($r = -0,2677$, $P < 0,001$) entre o pH final e o L^* (Tab. 3.5). Entretanto, mesmo diante de uma baixa correlação, uma análise conjunta de ambas as variáveis pode tornar mais segura a avaliação, considerando que ambas as variáveis podem sofrer alguma alteração durante o processo, seja pela escaldagem excessiva ou pelo resfriamento no *chiller* (Barbut et al., 2014; Bowker et al., 2014), entre outros.

Tabela 3. 5 - Correlação entre as variáveis pH inicial, pH final, L (luminosidade), a (teor de vermelho), b (teor de amarelo), perda por exsudação (%), perda por cozimento – PPC (%) e força de cisalhamento – FC (kgf/cm²)

Variáveis	pH inicial	pH final	L	a	b	Perda por exsudação	PPC	FC
pH inicial	1	-0,182*	-0,052 ^{NS}	-0,150*	0,063 ^{NS}	0,086 ^{NS}	0,043 ^{NS}	0,151*
pH final	-0,182*	1	-0,268*	0,025 ^{NS}	-0,124**	-0,132**	-0,115**	-0,193*
L	-0,052 ^{NS}	-0,268*	1	-0,016 ^{NS}	0,322*	0,051 ^{NS}	0,105 ^{NS}	-0,038 ^{NS}
a	-0,150*	0,025 ^{NS}	-0,016 ^{NS}	1	0,367*	-0,130**	0,008 ^{NS}	-0,134**
b	0,063 ^{NS}	-0,124**	0,322*	0,367*	1	0,303*	0,193*	0,205*
Perda por exsudação	0,086 ^{NS}	-0,132**	0,051 ^{NS}	-0,130**	0,303*	1	0,570*	0,526*
PPC	0,043 ^{NS}	-0,115**	0,105 ^{NS}	0,008 ^{NS}	0,193*	0,570*	1	0,042*
FC	0,151*	-0,193*	-0,038 ^{NS}	-0,134**	0,205*	0,526*	0,042*	1

*P<0,01. **P<0,05. ^{NS} = não significativo.

A análise da interação ($P<0,01$) entre período e distância sobre as médias de a* (teor de vermelho) mostrou diferença significativa entre as distâncias no período chuvoso. Nesse período, o teor de vermelho foi maior na distância longe (3,42) em referência a 2,54 na distância perto (2,54), Tab. 3.6. No período seco, não houve diferença entre as distâncias.

Tabela 3. 6 - Interação dos fatores período e distância sobre os valores médios de a* (teor de vermelho) do músculo *Pectoralis major* de frangos de corte

Período	Distâncias		Médias
	Longe	Perto	
Chuvoso	3,42 ± 1,47 aA	2,54 ± 1,11 bA	2,98
Seco	2,24 ± 1,05 aB	1,89 ± 1,40 aB	2,06
Médias	2,83	2,21	

*P<0,01. CV= 46,61%.

^aMédias na linha com letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente ($P>0,05$).

^AMédias na coluna com letras maiúsculas iguais não diferem estatisticamente ($P>0,05$).

O sistema CIE L* a* b* (ou Hunter) de avaliação da coloração de carnes define que os valores de a* e b* medem a reflectância das cores vermelho e amarelo, respectivamente. Essas médias corroboraram com os resultados de pH final e L* observados nesta pesquisa. Carnes com características “DFD”, semelhantes àquelas observadas na interação período chuvoso e distância

longe, podem apresentar maiores valores de a^* , sugerindo que à proporção que aumenta o pH a carne apresenta uma cor vermelha mais intensa e retém mais água (Zapata et al., 2006). A maior intensidade do componente vermelho, nesse tipo de desvio de qualidade de carne, deve-se à maior concentração e rápida oxidação da hemoglobina no músculo (Boulianne & King, 1998), em razão do pH mais elevado.

Contudo, para os valores de b^* (teor de amarelo) não foi observada diferença significativa entres os períodos, enquanto, entre as distâncias, a maior média de b^* foi para a distância perto (3,47) em comparação com 2,90 para a distância longe ($P<0,01$), Tab. 3.2. Carnes com características “PSE”, apresentam pH mais ácido e podem exibir maior intensidade do componente amarelo (b^*) em razão de sua cor pálida (Warris, 2010).

Para o período seco, as médias de perda por exsudação (2,66%) e perda por cocção (PPC) de 14,37% foram estatisticamente superiores ($P<0,01$) em referência às observadas no período chuvoso, 2,07% e 12,68%, respectivamente (Tab. 3.7). Dessa forma, as carnes de aves transportadas no período seco apresentaram menor capacidade de retenção de água (CRA), quando assadas, em função das maiores perdas de água no músculo.

Para o fator distância, notou-se maiores perdas por exsudação (2,57%) e PPC (14,18%) para o trajeto perto ($P<0,01$). As médias para o descolamento longe foram, na mesma ordem, 2,16% e 12,86%. O transporte para a distância perto resultou em maior perda de água da carne pós cozimento, um aumento de aproximadamente 1,32%. A formação do exsudato ocorre em razão do encolhimento *post-mortem* das miofibrilas devido à redução do pH do músculo e representa uma das principais causas da diminuição da qualidade dos produtos cárneos nas indústrias (Jensen et al., 1998).

As perdas de água do músculo representam medidas de avaliação da retenção de água, considerando que carnes de aves com menor CRA têm sido associadas com elevadas PPC (Northcutt et al., 1994). Avaliando transportes de frango de corte durante o verão e o efeito do molhamento das aves sobre a qualidade de carne, Xing et al. (2016) observaram PPC de 15,59% para o tempo de transporte de 30 min e uma redução para 13,41%, no mesmo tempo de transporte, porém recebendo 10 min de molhamento.

Nesta pesquisa, a distância perto obteve resultado semelhante de PPC (14,18%) e o tempo de transporte até o abatedouro foi em média 42 min. No entanto, o período seco resultou em 14,37% de perda, 1,70% a mais do que no período chuvoso, podendo justificar a recomendação para o molhamento das aves, antes do transporte, no período seco.

Tabela 3. 7 - Médias da perda por exsudação (%), perda por cocção - PPC (%) e força de cisalhamento - FC (Kgf) do músculo *Pectoralis major* de frangos de corte para os fatores período e distância*

Fatores	Exsudação (%)	PPC (%)	FC
Período			
Chuvoso	2,07 ± 0,89 B	12,68 ± 2,17 B	1,75 ± 0,54 B
Seco	2,66 ± 1,53 A	14,37 ± 2,71 A	2,06 ± 0,60 A
Distância			
Longe	2,16 ± 1,17 B	12,86 ± 2,21 B	1,77 ± 0,66 A
Perto	2,57 ± 1,36 A	14,18 ± 2,69 A	2,04 ± 0,48 A
CV%	17,30	18,09	29,90

* $P < 0,01$.^ Médias na coluna com letras maiúsculas iguais não diferem estatisticamente ($P > 0,05$).

A PPC correlacionou-se negativamente ($r = -0,115$, $P < 0,05$) com o pH final (Tab. 3.5), o que pode explicar os resultados obtidos para a perda por cocção. Assim, a relação inversa entre as variáveis define que, quanto menor o pH da carne maior serão as perdas na cocção (Caldara et al., 2012). O pH mais ácido desnatura as proteínas do músculo, que perdem a capacidade de manter a água no interior do músculo em função das mudanças estruturais escorrendo para a superfície do músculo (Zhang & Barbut, 2005). O pH final mensurado no período seco (5,93) e na distância perto (5,92) são ligeiramente inferiores àqueles observados no período chuvoso (6,01) e na distância longe (6,02), entretanto, podem ter determinado maiores perdas por cocção.

Observou-se maior ($P < 0,01$) força de cisalhamento (FC) do músculo de peito de frangos transportados no período seco (2,06 kgf/cm²) em relação a 1,75 kgf/cm² no período chuvoso (Tab. 3.7). As carnes do período seco apresentaram maiores perdas por exsudação e por cocção, o que resultou em redução do grau de maciez dessas carnes. Por outro lado, as diferentes distâncias avaliadas foram estatisticamente iguais ou não tiveram efeito sobre os resultados obtidos para FC, média de 1,90 kgf/cm². Entretanto, quando estudadas as distâncias mais próximas foi observada a maior perda de água no músculo, que pode ter incidido no maior valor numérico da FC (2,04 kgf/cm²), resultando em menor maciez.

A FC em diversas amostras de peito de frango variou de 4,51 a 6,97 kgf/cm², para amostras cisalhadas com cortes perpendiculares à fibra do músculo e com temperatura final de cocção de 70 °C, conforme preconizado por Wheeler et al. (1996). Os autores afirmam também dificuldades de comparação dos valores de FC entre as pesquisas, pois consideram que esses

resultados podem diferir em função dos métodos de análise. Para Thielke et al. (2005), a FC de músculos de peito de frangos de corte variam de 2,37 a 2,43 kgf/cm² maturados por 24 horas antes do congelamento. Já Komiyama et al. (2010) mensuram média de 4,94 kgf/cm² para matrizes pesadas de descarte, afirmando ser ligeiramente menos macia que a carne de frangos. Dessa forma, os resultados deste estudo não superaram os limites que possam indicar significativas alterações da maciez da carne, tanto para os períodos quanto para as distâncias, cuja média de 1,90 kgf/cm² foi semelhante entre esses fatores.

A atividade enzimática, durante o processo de maturação da carne, pode relacionar-se com melhores FC. Associa-se à proteólise *post-mortem* a ação de enzimas como as catepsinas e calpaínas, colaborando para o enfraquecimento da fibra muscular, e conseqüentemente, para melhor textura da carne (Barbut, 2014). Além disso, o período de maturação e a forma de conservação das carnes estabelecidos neste estudo, 24 horas em refrigeração de 2 a 5°C, podem ter contribuído para a ação dessas enzimas, resultando em carnes com melhor maciez (Zapata et al., 2006).

A perda de água no músculo pode ser potencializada em função do pH final da carne. O pH mais ácido desnatura as proteínas do músculo resultando em menor capacidade de retenção de água, o que reduz a qualidade dos coprodutos ocasionando perdas para a indústria (Garcia et al., 2010). Assim, a textura da carne está diretamente relacionada ao teor de água intramuscular, e quanto maior o conteúdo de água no músculo, melhor será sua maciez (Pearce et al., 2011).

A maciez de uma carne pode ser considerada um dos mais importantes fatores relacionados à aceitação por parte dos consumidores (Hong & Lee, 2012). Além disso, a textura da carne pode contribuir para avaliação das condições do manejo pré e pós-abate, pois tanto as etapas do campo como aquelas *post-mortem* podem influenciar essa e outras variáveis ligadas à qualidade da carne.

4. CONCLUSÃO

No período chuvoso, a distância percorrida pelas aves durante o transporte, determinou alterações significativas na qualidade da carne. Assim, para distâncias mais longas foi registrado o maior índice de entalpia de conforto (IEC), sugerindo uma tendência à produção de carnes do tipo “DFD” e com menores perdas de água pós-cocção.

Em contrapartida, o período seco, que apresentou menor valor de IEC durante o transporte, foi melhor em termos de conforto para as aves dadas as condições climáticas. Os frangos transportados e abatidos nesse período apresentaram carnes com valores de pH e L* (luminosidade) classificados como “normais” e com maiores perdas de água por cocção (PPC) e exsudação. A PPC observada (14,37%) é inerente ao processo de cocção encontrando-se no padrão normal de perda.

Para a força de cisalhamento (FC), os fatores período e distância não determinaram significativas alterações na maciez/textura das carnes avaliadas. Também não se observou efeito do posicionamento das caixas ao longo da carga, durante o transporte, sobre as variáveis que conferem características de qualidade às carnes: pH, L*, PPC e FC. Esse resultado ressalta que os fatores distância percorrida e o período do ano exerceram mais influência sobre a qualidade da carne de frangos de corte do que a própria localização das caixas no caminhão.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADZITEY, F. & NURUL, H. Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: causes and measures to reduce these incidences – a mini review. **International Food Research Journal**, n. 18, p. 11-20, 2011.
- BARBOSA FILHO, J.A.D.; VIEIRA, F.M.C.; SILVA, I.J.O. et al. Transporte de frangos: caracterização do microclima na carga durante o inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 12, p. 2442-2446, 2009.
- BARBUT, S. Review: Automation and meat quality-global challenges. **Meat Science**, v. 96, n. 1, p. 335-45, 2014.
- BOULIANNE, M. & KING, A.J. Meat color and biochemical characteristics of unacceptable dark-colored broiler chicken carcasses. **Journal of Food Science**, v.63, n.5, p.759-762, 1998.
- BOWKER, B.C.; ZHUANG, H.; BUHR, R.J. Impact of carcass scalding and chilling on muscle proteins and meat quality of broiler breast fillet. **LWT ó Food Science and Tecnology**, v. 59, p. 156-162, 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 210, de 1998. Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico Sanitária de Carne de Aves. República Federativa do Brasil, Brasília, DF, p.1-34, nov. 1998.
- _____. Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 3, de 2000. Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. República Federativa do Brasil, Brasília, DF, p.1-7, jan. 2000.
- CALDARA, F.R.; SANTOS, V.M.O.; SANTIAGO, J.C. et al. Propriedades físicas e sensoriais da carne suína PSE. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 3, p. 815-824, 2012.

- DROVAL, A.A.; BENASSI, V.T.; ROSSA, A. et al. Consumer attitudes and preferences regarding pale, soft, and exudative broiler breast meat. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 21, p. 502–507, 2012.
- FRONING, G.W. & UIJTENBOOGAAR, T.G. Effect of post mortem electrical stimulation on colour, texture, pH and cooking losses of hot and cold deboned chicken broiler breast meat. **Poultry Science**, v. 67, p. 1535-1544, 1988.
- FURLAN, R.L. & MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, L.R.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep/Unesp, p. 209-230, 2002.
- GARCIA, R.G.; FREITAS, L.W.; SCHWINGEL, A.W. et al. Incidence and physical properties of PSE chicken meat in a commercial processing plant. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 12, n. 4, p. 233-237, 2010.
- HONG, I & LEE, Y. Textural Properties and Water-holding Capacity of Broiler Breast Meat Cooked to Various Internal Endpoint Temperatures. **Food Science and Biotechnology**, v. 21, n. 5, p. 1497-1499, 2012.
- INMET. (Instituto Nacional de Meteorologia). 2015. **Banco de dados meteorológicos para ensaio e pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 03/04/2015.
- JENSEN, C.; LAURIDSEN, C.; BERTELSEN, G. et al. Dietary vitamin E: quality and storage stability of pork and poultry. **Trends Food Science Technology**, v.9, p.62-72, 1998.
- KOMIYAMA, C.M.; MENDES, A.A.; SANFELICE, C. Physical, chemical and sensorial breast meat quality of spent breeder hens. **Ciência Rural**, v. 40, n.7, 2010.
- LANGER, R.O.D.S.; SIMÕES, G.S.; SOARES, A.L. et al. Broiler transportation conditions in a Brazilian commercial line and the occurrence of breast PSE (Pale, Soft, Exudative) meat and DFD-like (Dark, Firm, Dry) Meat. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, n. 5, p. 1161–1167, 2010.
- LAWRIE, R.A. **Lawrie's Meat Science**. 6.ed. Lancaster-Basel: Technomic, 1998. 336p.
- LESIÓW, T. & KIJOWSKI, J. Impact of PSE and DFD Meat On Poultry Processing – A Review. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, v. 12/53, n. 2, p. 3–8, 2003.
- MITCHELL, M.A. & KETTLEWELL, P.J. Physiological stress and welfare of broiler chickens in transit: solutions not problems! **Poultry Science**, v. 77, n. 12, p. 1803–1814, 1998.
- NANNI, A.S.; DESCOVI, FILHO L.; VIRTUOSO, M.A. et al. Quantum GIS - Guia do Usuário, Versão 1.7.4 “Wroclaw”. 2012. Acesso em: 17/01/2016. Disponível em: <http://qgisbrasil.org>. 291p., il.
- NORTHCUTT, J.K.; FOEGEDING, E.A.; EDENS, F.W. Water holding properties of thermally preconditioned chicken breast and leg meat. **Poultry Science**, v. 73, p. 308-316, 1994.

- ODA, S.H.I.; SCHNEIDER, J.; SOARES, A.L. et al. Detecção de cor em filés de peito de frango. **Revista Nacional da Carne**, v. 28, n. 321, p.30-34, 2003.
- OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. **Carnes: no caminho da pesquisa**. Cocal do Sul: IMPRINT, 2001. 155p.
- PEARCE, K.L.; ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H.J. et al. Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes — A review. **Meat Science**, v. 89, n. 2, p. 111-124, 2011.
- PÉREZ, M.P.; PALACIO, P.; SANTOLARIA, M.P. et al. Effect of transport time on welfare and meat quality in pigs. **Meat Science**, v. 61, p. 425-433, 2002.
- QIAO, M.; FLETCHER, D.L.; SMITH, D.P. et al. The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity and emulsification capacity. **Poultry Science**, v. 80, n. 5, p. 676-680, 2001.
- QUEIROZ, M.L.V., BARBOSA FILHO, J.A.D., VIEIRA, F.M.C. Avaliação do conforto térmico de frangos de corte de forma direta e prática. **Revista Produção Animal ó Avicultura**, p. 21-24, 2012.
- QUEIROZ, M.L.V.; BARBOSA FILHO, J.A.D; DUARTE, L.M. et al. Environmental and physiological variables during the catching of broilers. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 17, n. 1, p. 37-44, 2015.
- RISTIC M. & DAMME K. Significance of pH-value for meat quality of broilers – influence of breed lines. **Veterinarski glasnik**, v. 67, p. 67-73, 2003.
- RODRIGUES, V.C.; SILVA, I.J.O.; VIEIRA, F.M.C. et al. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. **International Journal of Biometeorology**, v. 55, n. 3, p. 455-459, 2011.
- ROSA, A.; FONSECA, R.; BALIEIRO, J.C. et al. Incidence of DFD meat on Brazilian beef cuts. **Meat Science**, v. 112, p. 132-133, 2016.
- SAS INSTITUTE INC. 1988. SAS/STAT® User's Guide. 1988 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- SCHEFFLER, T.L.; PARK, S.; GERRARD, D.E. Lessons to learn about post-mortem metabolism using the AMPK γ 3R200Q. **Meat Science**, v. 89, n. 3, p. 244-250, 2011.
- SILVA, L.B.J.; GAYA, L.G.; MADUREIRA, A.P. et al. Phenotypic correlations among meat quality traits in broilers. **Ciência Rural**, v. 41, n. 8, p. 1475-1481, 2011.
- SWATLAND, H.J. **On-line evaluation of meat**. Lancaster: Technomic, 1995. 343p.
- THIELKE, S.; LHAFI, S.K.; KÜHNE, M. Effects of aging prior to freezing on poultry meat tenderness. **Meat Science**, v. 84, n. 4, p. 607-612, 2005.

- VILJOEN, H.F.; KOCK, H.L.; WEBB, E.C. et al. Consumer acceptability of dark, firm and dry (DFD) and normal pH beef steaks. **Meat Science**, v. 61, p. 181-185, 2002.
- VOSMEROVA, P.; CHLOUPEK, J.; BEDANOVA, I. et al. Changes in selected biochemical indices related to transport of broilers to slaughterhouse under different ambient temperatures. **Poultry Science**, v. 89, n. 12, p. 2719–2725, 2010.
- WARRIS, P.D. Meat Quality. In: WARRIS, P.D (Ed) **Meat Science: an introduction text**. 2ed. Cambridge: UK, 2010. p. 77-84.
- WARRISS, P.D.; BEVIS, E.A.; BROWN, S.N. et al. Longer journeys to processing plants are associated with higher mortality in broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 33, n. 1, p. 201–206, 1992.
- WARRIS, P.D.; PAGAZAURTUNDUA, A.; BROWN, S.N. Relationship between maximum daily temperature and mortality of broiler chickens during transport and lairage. **British Poultry Science**, n. 46, n.6, p. 647–651, 2005.
- WEEKS, C.A. Poultry handling and transport. In: GRANDIN, T. (Ed.) **Livestock handling and transport**. 4ed. Colorado: Cabi, p. 174-192, 2014.
- WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. 1996. Standardizing Collection and Interpretation of Warner-Bratzler Shear Force and Sensory Tenderness Data. Disponível em: < <http://www.ars.usda.gov/sp2userfiles/place/30400510/1997500068.pdf>>. Acesso em: 01/03/2016.
- XING, T.; XU, X.; JIANG, N. et al. Effect of transportation and pre-slaughter water shower spray with resting on AMP-activated protein kinase, glycolysis and meat quality of broilers during summer. **Animal Science Journal**, v. 87, n. 2, p. 299-307, 2016.
- ZAPATA, J.F.F.; ANDRADE, A.A.; ASSUNÇÃO, G.B. et al. Preliminary Evaluation of the Effect of Frozen Storage on the Quality of Breast Meat from Two Genetic Groups of Chickens. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 9, n. 3, p. 185-191, 2006.
- ZHANG, L. & BARBUT, S. Rheological characteristics of fresh and frozen PSE, normal and DFD chicken breast meat. **British Poultry Science**, v. 46, n. 6, p. 687-693, 2005.

CAPÍTULO 4

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa permitiu analisar a influência das variáveis climáticas, temperatura e umidade relativa do ar, sobre o carregamento de frangos, bem como, compreender o ambiente bioclimático no interior da carga e seu efeito sobre os parâmetros produtivos e qualidade da carne de frangos de corte transportados para abate. Observou-se que o índice de entalpia de conforto (IEC) não se correlacionou, em relação ao posicionamento das caixas na carroceria, com as variáveis produtivas, perda de peso e mortalidade e com aquelas mensuradas para avaliação da qualidade da carne (pH, luminosidade, perda de água e maciez). Logo, as regiões com maiores IEC, ou seja, de menor conforto térmico, não determinaram maiores perdas no abate.

Variáveis como temperatura, umidade relativa do ar e pressão barométrica local foram utilizadas no cálculo do IEC. Contudo, a dinâmica do vento ao longo do transporte tem papel importante sobre o microclima dos carregamentos. O movimento do ar é capaz de promover mudanças consideráveis no interior da carga, produzindo gradientes térmicos que podem afetar as aves. Assim, em termos de transporte de frangos de corte, essa variável climática precisa ser considerada como fator de estresse e, possivelmente, causadora de perdas de peso ao abate e a mortalidade registrada na chegada ao abatedouro. Inserir a velocidade do vento na equação do IEC pode tornar esse índice mais apropriado para avaliação da condição bioclimática do microambiente dos carregamentos.

Estudos que aprofundem os entendimentos sobre o microclima dos carregamentos de frangos de corte devem ser preconizados. A análise sobre o conforto das aves, durante o transporte, avaliada exclusivamente pelo desempenho produtivo ao abate pode resultar em interpretações equivocadas sobre o bem-estar animal, uma vez que, a ambiência no interior da carga pode ser mais comprometedor para o conforto do que necessariamente resultar em perdas produtivas. Por fim,

todos os esforços são necessários para minimizar os efeitos do manejo pré-abate sobre a qualidade de vida dos animais. Os profissionais envolvidos no manejo de frangos de corte precisam ser considerados como parte fundamental do processo, objetivando-se melhores resultados em cada etapa. Frequente capacitação e treinamento resultarão em adequadas práticas de manejo com os animais.

ANEXO A



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Biológicas
Comissão de Ética no Uso Animal

Brasília, 28 de janeiro de 2016.



DECLARAÇÃO

Declaramos que o projeto intitulado "TRANSPORTE DE FRANGOS DE CORTE: AVALIAÇÃO TÉRMICA E SEU EFEITO SOBRE O PESO E QUALIDADE DA CARCAÇA", UnBDoC n.º 130177/2015, sob responsabilidade do Professor Francisco Ernesto Moreno Bernal foi avaliado e aprovado pela Comissão de Ética no Uso Animal (CEUA) da Universidade de Brasília. Este projeto foi aprovado para utilização de Gallus gallus: 2912. A presente aprovação é válida pelo período de 20/02/2016 a 26/08/2016.



Profa. Dra. Paula Diniz Galera
Coordenadora da CEUA – UnB

*Este documento se restringe à avaliação ética do projeto supracitado e não substitui outras licenças e permissões que porventura se façam necessárias.